

ВЕСТНИК

ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ

Научно-технический рецензируемый журнал

Выпуск № 1 (1), 2014 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: П.А. Созинов, д-р техн. наук, профессор	<i>От редактора выпуска</i>	5
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: В.М. Алдошин, д-р техн. наук, профессор	► Проблемные вопросы построения систем и средств ВКО	
ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ: Д.А. Леманский, канд. техн. наук, доцент	В.М. Алдошин, П.А. Созинов, Д.А. Леманский <i>Методы решения специальной математической задачи стохастического программирования в интересах распределения ресурсов по созданию сложных систем вооружения</i>	7
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: М.А. Горбачёв, д-р техн. наук Н.С. Губонин, д-р техн. наук, профессор А.И. Даниленко, д-р техн. наук М.В. Жестев, канд. техн. наук Г.В. Зайцев, д-р техн. наук А.Б. Игнатьев, д-р техн. наук, профессор В.А. Кашин, д-р техн. наук, профессор С.К. Колганов, д-р техн. наук, профессор В.И. Колесниченко, д-р техн. наук, профессор Ю.Н. Кофанов, д-р техн. наук, профессор В.В. Морозов, д-р техн. наук В.С. Оконешников, д-р техн. наук А.А. Парамонов, д-р техн. наук, профессор Н.В. Радчук, д-р техн. наук, профессор С.П. Соколов, д-р техн. наук П.И. Стариковский, д-р техн. наук А.С. Сумин, д-р техн. наук, профессор Е.М. Сухарев, д-р техн. наук, профессор А.А. Трухачев, д-р техн. наук Н.С. Щербаков, д-р техн. наук, профессор	А.Б. Игнатьев, В.В. Карачунский, Ю.А. Коняев, П.А. Созинов <i>О летно-космических экспериментах по сопровождению космических аппаратов и наведению на них лазерного излучения с борта самолета</i>	13
	В.М. Алдошин, В.В. Кузнецов, А.Ю. Шатраков <i>Особенности одноканальной системы массового обслуживания «агрессивных» заявок с потерями</i>	17
	В.М. Алдошин, В.В. Кузнецов, Ю.Г. Шатраков <i>Вероятностные характеристики систем массового обслуживания с заявками, уклоняющимися от обслуживания</i>	23
	И.П. Гридасов <i>Корреляционный синтез алгоритма наведения на маневрирующую цель</i>	29
	А.В. Гориш, И.С. Рубцов, Ю.Г. Шатраков <i>Астероидно-кометная опасность</i>	38
	В.А. Минаев, А.С. Гарбузов, О.Д. Никифоров <i>Моделирование системы противодействия информационным угрозам</i>	42
	► Применение сил и средств ВКО	
	Н.С. Щербаков <i>Двухрубежная противовоздушная оборона кораблей ВМФ</i>	47
	С.Г. Андреев, Е.Г. Голов <i>Вариант модели оценки деятельности специалистов сложных технических систем в рамках специализированной системы поддержки принятия решений</i>	56
	Е.А. Егоров <i>Анализ маневренных свойств современных и перспективных образцов боевой авиации</i>	62

Вестник воздушно-космической обороны:
Научно-технический журнал/
ОАО ГСКБ «Алмаз-Антей», 2014 г.
№ 1 (1). С. 1–115

Подписано в печать 10.03.2014 г.
Формат 60×80 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 7,2. Тираж 1000 экз.

Отпечатано в ООО «Галлея-Принт»
111024, г. Москва, ул. 5-я Кабельная 2Б

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-54081

Учредитель: Открытое акционерное общество
«Головное системное конструкторское бюро
Концерна ПВО «Алмаз-Антей»
имени академика А.А. Расплетина»

125190, г. Москва,
Ленинградский проспект, дом 80, корп. 16.
Тел./факс (499)940-02-22/(499)940-09-99

Статьи рецензируются.

Незаконное тиражирование и перевод статей,
включенных в журнал, в электронном
и любом другом виде запрещено и карается
административной и уголовной
ответственностью по закону РФ
«Об авторском праве и смежных правах»

© ОАО ГСКБ «Алмаз-Антей», 2014

ISSN 2311-830X

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС: 70576
в каталоге агентства
«РОСПЕЧАТЬ»:
ГАЗЕТЫ И ЖУРНАЛЫ

Д.В. Панов, А.Н. Курочкин, И.Н. Костомаров

Способ проекционного сверхразрешения воздушных целей по дальности в радиолокационных станциях, использующих зондирующие сигналы с линейной частотной модуляцией.....68

► Исследования в сфере проектно-конструкторских и технологических работ

В.И. Плешивцев

Особенности построения диапазонных СВЧ-приемников МРЛС с ФАР и АФАР75

А.В. Петраков, В.П. Шаров, В.И. Мхатришвили

Контроль и диагностика аналоговых устройств в реальном масштабе времени..82

► Прикладные задачи применения информационных технологий

И.С. Ковалис

Развитие способов разработки программных продуктов в системах управления..88

► Аналитические исследования зарубежного опыта

М.В. Жестев, В.И. Счастный, В.А. Козьярская

Развитие программы разработки, производства и развертывания региональной системы ПВО AEGIS ASHORE.....97

В.В. Жестков, В.И. Счастный, В.А. Козьярская

Создание и перспективы новой зенитной ракетной системы MEADS.....102

В.В. Жестков, В.И. Счастный, В.А. Козьярская

Использование РЛС зенитного ракетного комплекса THAAD для поддержки стратегических и региональных систем ПРО США.....107

В.В. Жестков, В.И. Счастный, В.А. Козьярская

Создание боевых лазерных систем для ВМС США112

CONTENTS

From the Editor 5

► Problematic issues of system and means development of aerospace defense

V.M. Aldoshin, P.A. Sozinov, D.A. Lemansky

Solution methods of a special stochastic programming mathematical problem to distribute complex weapon system development resources7

A.B. Ignatyev, V.V. Karachunsky, Yu.A. Konyaev, P.A. Sozinov

About space-flight experiments on spacecraft tracking and laser emission pointing from aircraft13

V.M. Aldoshin, V.V. Kuznetsov, A.Y. Shatrakov

The features of a single-channel queueing system of «aggressive» requests with losses..17

V.M. Aldoshin, V.V. Kuznetsov, Y.G. Shatrakov

Probabilistic characteristics of a queueing system with requests deviating from service23

I.P. Gridasov	
<i>Correlation synthesis of the maneuvering target guidance algorithm</i>	<i>29</i>
A.V.Gorish, I.S.Rubtsov, Y.G.Shatrakov	
<i>Asteroid and comet threat</i>	<i>38</i>
V.A. Minaev, A.S. Garbuzov, O.D. Nikiforov	
<i>Information threat countermeasure system modeling</i>	<i>42</i>
► Aerospace defense force and means application	
N.S. Shcherbakov	
<i>Two-line anti-aircraft ship defence</i>	<i>47</i>
S.G. Andreev, E.G. Golov	
<i>A model version of expert activity estimation of the complicated technical systems within the specialized decision support system</i>	<i>56</i>
E.A. Egorov	
<i>Analysis of maneuver features of modern and advanced combat aircraft</i>	<i>62</i>
D.V. Panov, A.N. Kurochkin, I.N. Kostomarov	
<i>A method of the projection range superresolution of air targets in the radars using the probing signals with linear frequency modulation</i>	<i>68</i>
► Research and development investigations	
V.I. Pleshivtsev	
<i>Special construction features of band microwave receivers of multi-function radar with a phased array and an active phased array</i>	<i>75</i>
A.V. Petrakov, V.P. Sharov, V.I. Mkhatrihvili	
<i>Real time control and diagnostics of analogue devices</i>	<i>82</i>
► Application tasks of information technology employment	
I.S. Kovalis	
<i>Evolution of software product development methods in control systems</i>	<i>88</i>
► Analytical investigations of international practices	
M V. Zhestev, V.I. Schastny, V.A. Kozyarovskaya	
<i>AEGIS ASHORE program current status: development, production and deployment</i>	<i>97</i>
V.V. Zhestkov, V.I. Schastny, V.A. Kozyarovskaya	
<i>MEADS – new surface-to-air missile system: development and prospects</i>	<i>102</i>
V.V. Zhestkov, V.I. Schastny, V.A. Kozyarovskaya	
<i>THAAD radars are to be used for the US strategic and regional ballistic missile systems support</i>	<i>107</i>
V.V. Zhestkov, V.I. Schastny, V.A. Kozyarovskaya	
<i>Laser weapon system development for the US NAVY</i>	<i>112</i>

ПРАВИЛА ПО ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ»

1. Представляемые рукописи должны соответствовать тематике журнала, быть оригинальными, не опубликованными ранее в других печатных или электронных изданиях.

2. Статья должна быть представлена в редакцию в следующем комплекте:

- сопроводительное письмо, подписанное руководством организации;
- акт экспертизы о возможности опубликования в открытой печати;
- в статье необходимо указать:
 - соответствующий индекс универсальной десятичной классификации литературы (УДК);
 - фамилии и инициалы авторов (на русском и английском языке);
 - ученую степень, ученое звание, должность, место работы (ПОЛНОСТЬЮ!), e-mail;
 - название статьи (на русском и английском языке);
 - аннотацию (5–10 строк) (на русском и английском языке);
 - ключевые слова (8–10 слов) (на русском и английском языке);
 - реферат (краткое содержание статьи на русском и английском языке);
 - список литературы (оформляется согласно ГОСТ Р 7.05-2008). Используемая автором литература

приводится после статьи в порядке упоминания. Ссылки на используемые источники в тексте указываются в квадратных скобках (например, [1]). Ссылки на Internet-ресурсы приводятся в общем списке литературы по автору или заглавию публикации с обязательным указанием адреса сайта, где эта публикация размещена.

➤ данные об авторах: фамилия, имя, отчество (ПОЛНОСТЬЮ!), телефон (служебный или домашний), адрес с индексом – **данная информация опубликована не будет.**

3. Рекомендованный объем авторской статьи до 22 страниц компьютерного текста (авторский лист) в программе Word (файл может быть записан на оптическом CD, DVD): размер шрифта – 12, гарнитура – Times New Roman, межстрочный интервал – 1,5, поля – 2 см со всех сторон, абзацный отступ – 0,75 см. Установленный размер бумаги – А4 210×290.

4. Формулы выполняются только в формульных редакторах Math Type или Equation Editor. Формулы следует нумеровать (по всей работе арабскими цифрами). Номер формулы заключают в круглые скобки у правого края страницы, а саму формулу выставляют по центру (например, (1)).

В формулах латинские буквы и греческие строчные следует набирать курсивом, а греческие прописные прямо. Векторы и матрицы следует набирать прямыми жирным шрифтом; «e» в значении экспоненты – прямым светлым шрифтом. В индексах сокращения от русских и английских слов следует набирать прямым шрифтом.

5. Таблицы набирают тем же шрифтом, что и основной текст, но меньшего размера кегля (кегль 9, допускается снижение до 8 пункта). На каждую таблицу в тексте делается ссылка. Слово «таблица» в тексте печатается сокращенно («табл.»), а над таблицей – полностью.

6. Иллюстрации (фотографии, рисунки, схемы, графики, диаграммы, карты) необходимо представлять только в виде черно-белых файлов. Иллюстрации включены в файл текста, но помимо этого они обязательно должны быть представлены отдельным файлом в формате TIFF или JPG с разрешением 300 DPI. В тексте ссылки на иллюстрации нумеруются и сопровождаются подписями.

7. В тексте, таблицах и подрисуночных подписях не допускается сокращения слов (кроме общепринятых, ГОСТ 7.12-77).

8. Отсканированные версии таблиц и формул не допускаются.

9. Рукописи, в которых не соблюдены данные требования, **возвращаются авторам без рассмотрения.**

10. Авторы статей несут ответственность за полноту и достоверность цитируемой в них литературы.

11. За достоверность сведений, изложенных в публикациях, редакция и издатель ответственность не несут.

12. За публикацию материалов, содержащих закрытые сведения, авторы несут персональную ответственность на основании действующих законодательных актов.

13. Материал высылать в адрес редакции:

**125190, Москва, Ленинградский проспект, дом 80, корп. 16,
Тел.: 8-499-940-02-22 доб. 70-19, e-mail: aspirantura@gskb.ru.**

Уважаемые читатели!

Вашему вниманию предлагается новый журнал – «Вестник воздушно-космической обороны».

Название журнала возникло не случайно. Оно полностью отвечает цели его издания – публикации актуальной научно-технической информации по проблемным вопросам перспективных направлений исследований в рамках реализации военно-технической политики государства в области создания наукоемких систем ПВО-ПРО и воздушно-космической обороны в целом.

Миссия журнала заключается в формировании площадки для диалога, обмена информацией, обсуждения широкого круга актуальных задач в заданной предметной области.

«Вестник воздушно-космической обороны» является рецензируемым журналом, поэтому к публикации статей в нем наша редакция будет подходить весьма ответственно. Это направлено на обеспечение высокого качества материалов, которые будут представлены читателям.

В первую очередь журнал адресован ученым и специалистам, связанным с созданием сложных оборонительных систем, представителям Вооруженных Сил. Надеемся, что материалы журнала будут интересны самому широкому кругу специалистов.

Приглашаем всех заинтересованных читателей к сотрудничеству.

С уважением,
главный редактор журнала
«Вестник воздушно-космической обороны»
доктор технических наук, профессор



П.А. Созинов



Уважаемые читатели!

Редакция научного журнала «Вестник воздушно-космической обороны» приглашает Вас к сотрудничеству. Научное направление журнала – публикация материалов военно-теоретических, научно-технических и конструкторско-технологических вопросов создания, развертывания и функционирования системы и средств воздушно-космической обороны Российской Федерации, имеющих открытый характер.

Мы поддерживаем связь со многими ведущими научными организациями оборонно-промышленного комплекса, высшей школы, Министерства обороны России, принимающими участие в реализации военно-технической политики государства. Это обеспечивает высокий научный уровень публикуемых материалов.

Ждем от вас актуальных статей для публикации.

Требования к оформлению рукописей вы найдете на стр. 4.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ВКО

УДК 519.85

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ СТОХАСТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ИНТЕРЕСАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ ПО СОЗДАНИЮ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ ВООРУЖЕНИЯ

© Авторы, 2014

В.М. Алдошин, доктор технических наук, профессор,
заместитель начальника научно-образовательного центра
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва
E-mail: aspirantura@gskb.ru

П.А. Созинов, доктор технических наук, профессор,
генеральный конструктор ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

Д.А. Леманский, кандидат технических наук, доцент,
начальник научно-образовательного центра
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва
E-mail: d.lemansky@gskb.ru

В статье предложены возможные методы решения специальной математической задачи стохастического программирования, позволяющей сформировать оптимальное распределение финансовых ресурсов, направляемых на развитие перспективных систем вооружения.

Ключевые слова: вероятность, математическое ожидание, распределение ресурсов, целевая функция.

The paper presents the possible solution methods of special stochastic programming mathematical problem allowing to form the optimal fund distribution designed for the promising weapon system development.

Keywords: probability, mathematical expectation, fund distribution, objective function.

Ведущие оборонные предприятия направляют свои усилия на реализацию научно-технической стратегии исходя из оптимизации по комплексному критерию «эффективность-стоимость» соотношения между наращиванием технических характеристик создаваемых сложных образцов вооружения и стоимостными ограничениями.

Решая схожую проблему, предложен единственный показатель W технического уровня системы вооружения, являющийся мерой важности проводимых на предприятии работ. Существует однозначная зависимость $W(\mathbf{x})$ этого показателя от совокупности технических параметров, определяемая вектором \mathbf{x} .

В целях поиска решения задачи распределения финансовых ресурсов по созданию сложных образцов вооружения положили заданными:

а) вектор \mathbf{x} параметров подсистем создаваемых образцов вооружения;

б) приращение целевой функции: $\delta W(\delta \mathbf{x}) = \alpha_1 \delta x_1 + \alpha_2 \delta x_2 + \dots + \alpha_{n-1} \delta x_{n-1} + \alpha_n \delta x_n$,

где x_i – компоненты вектора \mathbf{x} , число которых равно n ;

α_i – подлежащие определению неотрицательные случайные параметры целевой функции:

$$\alpha_i = \frac{dW}{dx_i};$$

в) линейная форма, определяющая функцию затрат на совершенствование образцов вооружения:

$$C(\delta \mathbf{x}) = \beta_1 \delta x_1 + \beta_2 \delta x_2 + \dots + \beta_{n-1} \delta x_{n-1} + \beta_n \delta x_n,$$

где β_i – положительно определенные случайные величины с заданными законами распределения;

г) C_0 – величина общего стоимостного ограничения.

Требовалось определить:

1) математическое ожидание максимального приращения целевой функции:

$$\delta W_0 = M\{\delta W^{\wedge}\} = M\{\max_x \delta W\} = M\{Z\}C_0, \text{ где } Z - \text{случайная величина следующего вида: } Z = \max_i \{\alpha_i / \beta_i\}.$$

2) вероятности $P_i\{\alpha_i / \beta_i\} \alpha_j \beta_j \quad \forall i = j$ реализации различных i как наиболее важных (приоритет-

ных). При этом закон распределения случайной величины z_i будет определять рациональные доли финансирования работ по созданию нового вооружения при общем объеме выделенных ассигнований C_0 .

Данная задача принадлежит к классу задач линейного стохастического программирования.

В статье приведены возможные методы решения этой задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алдошин, В.М.** Основные положения методологии обоснования приоритетных направлений разработки оборонных технологий / В.В. Алдошин, С.К. Колганов, А.Н. Фомин. – М.: Радио и связь, 1998.
2. **Вентцель, Е.С.** Теория вероятности и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Наука, 1988.

SOLUTION METHODS OF A SPECIAL STOCHASTIC PROGRAMMING MATHEMATICAL PROBLEM TO DISTRIBUTE COMPLEX WEAPON SYSTEM DEVELOPMENT RESOURCES

V.M. Aldoshin, P.A. Sozinov, D.A. Lemansky

The leading defense companies aim their efforts at the accomplishment of scientific and technical strategy according to the optimization by an integrated «cost-effectiveness» criterion of a correlation between the performance attribute improvement of the created sophisticated weapons and their constraints.

Solving a similar problem, there was offered an index W of the weapon system technical level, which is an importance measure of the work carried out at the enterprise. There exists a unique dependence $W(\mathbf{x})$ of this index from the engineering data totality determined by the vector \mathbf{x} .

With the aim of seeking problem analysis of the complex weapon system development resource distribution we set as defined:

- a) a vector \mathbf{x} of subsystem parameters of developed weapon models;
- b) the increment of the objective function:

$$\delta W(\delta \mathbf{x}) = \alpha_1 \delta x_1 + \alpha_2 \delta x_2 + \dots + \alpha_{n-1} \delta x_{n-1} + \alpha_n \delta x_n,$$

where x_i – is vector \mathbf{x} components, the number of which is equal to n ;

α_i – is the non-negative objective function random parameters to be determined:

$$\alpha_i = \frac{dW}{dx_i};$$

- c) a linear form defining the cost function to improve the weapon models:

$$C(\delta \mathbf{x}) = \beta_1 \delta x_1 + \beta_2 \delta x_2 + \dots + \beta_{n-1} \delta x_{n-1} + \beta_n \delta x_n,$$

where β_i – is the positive definite random variables with the defined distribution laws;

- d) C_0 – is the total cost restriction value.

It took to define:

- 1) the maximum increment mathematical expectation of the objective function:

$$\delta W_0 = M\{\delta W^{\wedge}\} = M\{\max_x \delta W\} = M\{Z\}C_0, \text{ where } Z - \text{is a random variable of a following form: } Z = \max_i \{\alpha_i / \beta_i\}.$$

- 2) the probabilities $P_i\{\alpha_i / \beta_i\} \alpha_j \beta_j \quad \forall i = j$ of implementation of different i as the most important. The distribution

law of the random variable z_i will determine rational parts of financing of operations on the new weapon development under the total volume of appropriations made available C_0 .

This task belongs to the linear stochastic programming class.

This article describes some possible problem-solving procedures.

О ЛЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И НАВЕДЕНИЮ НА НИХ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С БОРТА САМОЛЕТА

© Авторы, 2014

А.Б. Игнатьев, доктор технических наук, профессор,
заместитель генерального конструктора
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

В.В. Карачунский, доктор технических наук,
начальник ОКБ ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

Ю.А. Коняев, доктор технических наук,
главный научный сотрудник
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

П.А. Созинов, доктор технических наук, профессор
генеральный конструктор ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

Рассмотрены летно-космические эксперименты по сопровождению космических аппаратов и наведению на них лазерного излучения с борта самолета, выполненные с экспериментальной аппаратурой в рамках обеспечения создания отечественного лазерного комплекса авиационного базирования.

Ключевые слова: космический аппарат, лазерное излучение, лазерный комплекс авиационного базирования, летно-космический эксперимент, экспериментальная аппаратура.

The article deals with space-flight experiments on spacecraft tracking and laser emission pointing from aircraft. The experiments were performed by experimental equipment within the native airborne laser complex development.

Keywords: spacecraft, laser emission, the airborne laser, space-flight experiment, experimental equipment.

Создание отечественного лазерного комплекса авиационного базирования ориентировано на решение задач функционального воздействия лазерного излучения на оптико-электронные системы, которыми оснащается большое количество вооружений, размещаемых на земле, на море, в воздухе и в космосе. Выполненные исследования показали перспективность направления разработок и достаточность научно-технического задела для решения задач функционального подавления оптико-электронных систем.

В статье рассмотрены летно-космические эксперименты по сопровождению космических аппаратов и наведению на них лазерного излучения с борта самолета, выполненные с экспериментальной аппаратурой, в рамках обеспечения создания отечественного лазерного комплекса авиационного базирования.

В результате длительного экспериментального поиска и исследований различных методов сопровождения космических аппаратов был разработан и впервые апробирован метод комплексного управления экспериментальной аппаратурой, позволяющий вести устойчивое сопровождение космических аппаратов в условиях полетных возмущений с использованием информации от высокоточной астроинерциальной системы определения пространственной ориентации.

Разработан метод расчета маршрутной полетной информации для самолетного оптического комплекса, позволяющий оперативно по исходным данным на параметры орбит космических аппаратов, полученным от пунктов контроля космического пространства, определять требуемые координаты траектории наблюдения, время вывода и ориентации самолета с заданным курсом при сопровождении космических аппаратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ассоциация** «Международный Объединенный Биографический Центр». Генеральный конструктор Б.В. Бункин – М., 2012. – С. 456.
2. **Ходаренок, М.** Лазер воздушного базирования: за и против. Полемика // Общероссийская еженедельная газета. – 2010. – № 33. – С. 9.
3. **Карачунский, В.В.** Моделирование следящего выводного устройства самолетного оптического комплекса в аэродинамической трубе / В.В. Карачунский, В.П. Воронцов, В.Ю. Зайцев // Вопросы оборонной техники. – 2010. – Сер. 3 (1/236). – С. 31–42.
4. **Карачунский, В.В.** Метод измерения пульсаций давления от воздушного потока в районе следящего выводного устройства самолетной оптической аппаратуры / В.В. Карачунский, В.И. Клепцов // Вопросы оборонной техники. – 2010. – Сер. 3 (1/236). – С. 43–48.
5. **Карачунский, В.В.** Автоматическая система управления следящим выводным устройством самолетного оптического комплекса / И.И. Маркович, Ю.А. Геложе, Е.А. Бондаренко, С.А. Бугаев // Вопросы оборонной техники. – 2010. Вып. 3 (1/236). – С. 49–57.
6. **Могилин, В.С.** К вопросу расчета полетной маршрутной информации для самолетного оптического комплекса слежения за космическими объектами // Сборник докладов первой научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Направления создания средств ВКО». – М.: ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», 2010. – С. 96–100.
7. **Игнатьев, А.Б.** Как это было. О первых натурных работах комплексов лазерного оружия / А.Б. Игнатьев, Ю.А. Коняев // Вопросы воздушно-космической обороны Российской Федерации. № 2. – М.: Концерн ПВО «Алмаз-Антей», 2012. – С. 47.
8. **Пальчиков, Н.В.** «Гиперолоид» страны советов / Н.В. Пальчиков // Газета «Красная звезда». – 2012. – Вып. 69 (26144). – С. 14–15.

ABOUT SPACE-FLIGHT EXPERIMENTS ON SPACECRAFT TRACKING AND LASER EMISSION POINTING FROM AIRCRAFT

A.B. Ignatyev, V.V. Karachunsky, Yu.A. Konyayev, P.A. Sozinov

The native airborne laser development is designed to solve a problem of functional laser emission impact on the optoelectronic systems which are in service with a lot of weapon located on the ground, at sea, in air and in space. The article deals with the space-flight experiments on spacecraft tracking and laser emission pointing to them from aircraft. The experiments were performed by experimental equipment within the native airborne laser complex development.

As a result of a durable research the complex control method of experimental equipment was developed. This approach enables to carry out stable spacecraft targeting under the flight disturbance conditions, when using data from the highly-precise stellar inertial guidance system.

There has been developed a computational technique of route –flight data for the aircraft optic complex. This method allows determining the required observation coordinates as well as aircraft positioning time with a designated path, when tracking the spacecraft.

ОСОБЕННОСТИ ОДНОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ «АГРЕССИВНЫХ» ЗАЯВОК С ПОТЕРЯМИ

© Авторы, 2014

В.М. Алдошин, доктор технических наук, профессор,
заместитель начальника научно-образовательного центра
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва
E-mail: aspirantura@gskb.ru

В.В. Кузнецов, доктор технических наук,
профессор кафедры «Прикладная информатика»,
ГОУ ВПО «Московская академия рынка труда
и информационных технологий», г. Москва
E-mail: info@martit.ru

А.Ю. Шатраков, доктор экономических наук, кандидат технических наук,
профессор, заместитель начальника управления
ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей», г. Москва

Исследуется порядок работы и анализируются полученные выражения вероятностей состояния одноканальной системы массового обслуживания «агрессивных» заявок с потерями в нестационарном режиме функционирования.

Ключевые слова: вероятность, заявка, математическое ожидание, нестационарный режим, обслуживающий аппарат, одноканальная система, поток заявок, отказ, система массового обслуживания, состояние системы.

The article deals with the work order investigation and the analysis of the obtained state probability expressions of a single-channel queuing system of «aggressive» requests with losses under the unsteady-state conditions of functioning.

Keywords: probability, request, mathematical expectation, unsteady-state condition, single-channel system, flow of requests, failure, queuing system, system condition.

В статье рассматривается система массового обслуживания, в которой заявки пытаются уничтожить обслуживающий аппарат. Такие «агрессивные» заявки особенно характерны для систем массового обслуживания, связанных с деятельностью в военной сфере (заявка – летательный аппарат противника, обслуживающий аппарат – зенитный ракетный комплекс).

Проведены исследования порядка работы и проанализированы полученные выражения вероятностей состояния одноканальной системы массового обслуживания «агрессивных» заявок с потерями в нестационарном режиме функционирования.

Получены аналитические выражения для нестационарных вероятностей состояний однолинейной системы массового обслуживания «агрессивных» заявок как для случая воздействия на обслуживающий аппарат только со стороны обслуживаемых заявок, так и для случая совместного воздействия этими заявками и заявками, получившими отказ в обслуживании. Эти выражения определяют зависимость числа обслуживаемых заявок, а также вероятности обслуживающего аппарата от нескольких параметров: времени, интенсивности поступления заявок, интенсивности обслуживания, вероятности обнаружения обслуживания, вероятности поражения заявкой обслуживающего аппарата.

Показано, что назначение для обслуживания одной заявки нескольких аппаратов существенно увеличивает число обслуженных заявок и уменьшает вероятность уничтожения обслуживающего аппарата.

Результаты исследования могут быть полезны для анализа характеристик функционирования систем, имеющих «противоборствующие» стороны. Математический аппарат позволяет получить показатели для «нападающей» и «обороняющейся» сторон.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Клейнрок Л.** Теория систем массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979. – 438 с.
2. **Ивницкий, В.А.** Теория сетей массового обслуживания. – М.: Физматлит, 2004. – 772 с.
3. **Гнеденко, Б.В.** Введение в теорию массового обслуживания / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. – М.: Наука, Физматлит, 1987. – 336 с.
4. **Бочаров, П.П.** Теория массового обслуживания / П.П. Бочаров, Ф.В. Печинкин. – М.: РУДН, 1995. – 530 с.
5. **Хемди А. Таха.** Введение в исследование операций. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2007. – 912 с.
6. **Фильчаков, П.Ф.** Справочник по высшей математике. – Киев: Наукова думка, 1973. – 743 с.
7. **Кузнецов, В.В.** Системный анализ и принятие решений в деятельности учреждений реального сектора экономики, связи и транспорта / В.В. Кузнецов, А.Ю. Шатраков, Ю.Н. Макаров, М.А. Асланов, А.А. Мальчевский. – М.: Экономика, 2010. – 406 с.

THE FEATURES OF A SINGLE-CHANNEL QUEUEING SYSTEM OF «AGGRESSIVE» REQUESTS WITH LOSSES

V.M. Aldoshin, V.V. Kuznetsov, A.Y. Shatrakov

The paper considers a queuing system in which requests are trying to destroy a service device. Such «aggressive» requests are especially common for the queuing systems connected with military sphere (request - enemy aircraft, service device - anti-aircraft missile system).

There were performed the work order researches and the obtained state probability expressions of the single-channel queuing system of «aggressive» requests with losses under the unsteady-state conditions of functioning were analyzed.

There were obtained the analytical expressions for the unsteady-state probabilities of the single-line queuing system of «aggressive» requests as in case of the impact on the service device from the operated requests only, and as well as in case of the joint impact by these requests and the ones have been denied service. These expressions determined the dependence of the service request number, as well as the service device probability dependence on several parameters: time, arrival intensity of requests, service rate, the service detection probability, a suppression probability by a service device request.

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ЗАЯВКАМИ, УКЛОНЯЮЩИМИСЯ ОТ ОБСЛУЖИВАНИЯ

© Авторы, 2014

В.М. Алдошин, доктор технических наук, профессор,
заместитель начальника научно-образовательного центра,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва
E-mail: aspirantura@gskb.ru

В.В. Кузнецов, доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная информатика»,
ГОУ ВПО «Московская академия рынка труда
и информационных технологий», г. Москва
E-mail: info@martit.ru

Ю.Г. Шатраков, доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
лауреат Государственных и Правительства СПб премий,
ученый секретарь ОАО «Всероссийский научно-исследовательский
институт радиоаппаратуры» (ОАО «ВНИИРА»), г. Санкт-Петербург
E-mail: aspirantura@vniira.ru

Рассматриваются системы массового обслуживания с заявками, реагирующими на начавшийся процесс обслуживания и затем уклоняющиеся от него.

Ключевые слова: система, заявка, вероятность, система массового обслуживания с заявками, отклонение процесса обслуживания.

We consider a queuing system with requests responding to the started service process and then deviating from it.

Keywords: system, application, possibility, a queuing system with requests, service process deviation.

В настоящее время системы массового обслуживания с заявками, реагирующими на начало обслуживания и затем уклоняющимися от обслуживания, распространены достаточно широко. В военных комплексах потеря обслуживания заявок (летательный аппарат) может наступать ввиду постановки помех или грамотного маневра летательного аппарата, уходящего от обзора локатора или из зоны поражения того или иного средства.

Процессы обслуживания заявок с ограниченным временем пребывания в системе могут существовать одновременно с процессом реакции заявок на начавшийся процесс обслуживания. Системы массового обслуживания с заявками, уклоняющимися от обслуживания, представляют собой особый тип систем, исследованию характеристик которых и посвящена настоящая статья.

В статье решена задача определения вероятностей состояний и характеристик эффективности функционирования системы массового обслуживания с заявками, реагирующими на начавшийся процесс обслуживания и уклоняющимися от него. Рассмотрены одноканальная система с заявками, уклоняющимися от обслуживания, с потерями (отказами) и аналогичная многоканальная система.

В результате оценки характеристик систем массового обслуживания с заявками, уклоняющимися от обслуживания, получены аналитические выражения для определения вероятностей состояний таких систем, учитывающих возможность выхода заявок из системы после начала их обслуживания. Определены основные показатели эффективности функционирования этих систем, относящихся к классу систем с потерями (отказами). В ряде случаев рассмотренная система массового обслуживания оказывается более адекватной реальной физической системе и даёт более точные результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гнеденко, Б.В.** Введение в теорию массового обслуживания / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. – М.: Наука. Физматлит, 1987. – 336 с.
2. **Хинчин, А.Я.** Математические методы теории массового обслуживания // Труды института им. В.А. Стеклова. Т. 49. – М.: Изд-во АН СССР, 1995.
3. **Ивницкий, В.А.** Теория сетей массового обслуживания. – М.: Физматлит, 2004. – 772 с.
4. **Клейнрок, Л.** Теория систем массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979. – 438 с.
5. **Бочаров, П.П.** Теория массового обслуживания / П.П. Бочаров, А.В. Печенкин. – М.: РУДН, 1995. – 530 с.
6. **Хемди, А. Таха.** Введение в исследование операций. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2007. – 912 с.

**PROBABILISTIC CHARACTERISTICS OF A QUEUEING SYSTEM
WITH REQUESTS DEVIATING FROM SERVICE**

V.M. Aldoshin, V.V. Kuznetsov, Y.G. Shatrakov

Currently the queueing systems with requests responding to the beginning of service and then deviating from it are fairly widespread. In military complexes the request service loss (aircraft) may occur due to jamming or a skilled maneuver of the aircraft avoiding a hitting area or a radar scan.

The request service processes with a limited residence time in the system can exist simultaneously with the reaction of requests in response to the started servicing. The queueing systems with requests deviating from the service process are a special type of the systems. This paper was dedicated to investigate the performance of these systems. The article solved the problem of determining the state probabilities and the efficiency performance of a queueing system with requests responding to the started service process but deviating from it. We considered a single-channel system with requests deviating from the service with losses (failures) and as well as a similar multi-channel system.

As a result of performance evaluation of the queueing systems with requests deviating from service there were defined the analytical expressions for probability determining of such system states taking into account the possibility of entering requests from the system since the beginning of their service. The main efficiency indicators of these systems belonging to the class of systems with losses (failures) were determined. In a number of cases the considered queueing system is more appropriate to a real physical system and gives more accurate results.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ СИНТЕЗ АЛГОРИТМА НАВЕДЕНИЯ НА МАНЕВРИРУЮЩУЮ ЦЕЛЬ

© Авторы, 2014

И.П. Гридасов, доктор технических наук,
начальник отдела НТЦ «НИИРП»,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

Ставится и решается задача синтеза оптимального алгоритма наведения перехватчика на маневрирующую цель. Ускорение маневра цели является случайным процессом с неполностью известными корреляционными свойствами. Известно лишь ограничение по дисперсии. Система управления является линейной. На управление перехватчика наложены статистические моментные ограничения. Критерий синтеза квадратичный терминальный. При решении задачи используется игровой подход для обеспечения минимаксного значения исходного критерия. Предложена процедура поиска седловой точки игры с использованием факторизации искомой «наихудшей» корреляционной матрицы случайного маневра цели.

Ключевые слова: перехватчик, цель, сигнал управления перехватчиком (скаляр), ускорение маневра цели (скаляр), игра двух лиц, седловая точка, седловое решение, корреляционная неопределенность, минимаксные стратегии, структура оптимального алгоритма управления, минимаксный алгоритм управления перехватчиком, «наихудшая» корреляционная матрица случайного маневра цели, факторизация случайного процесса, матрица факторизации случайного процесса, расширенный вектор состояния системы, линейный оптимальный фильтр, максимизирующая корреляционная матрица, квазидетерминированный случайный процесс.

In this work the synthesis task of optimal algorithm of the interceptor guidance to a maneuvering target is put and solved. The target maneuver acceleration is a random process with the incompletely known correlation properties. A dispersion restriction is the only known parameter. The control system is linear. The statistical moment constraints were imposed on the interceptor control. The criterion of synthesis is square-law terminal. The game approach is used to provide a minimax value of the initial criterion in problem solving. There was offered a search procedure of a game saddle point, using a factorization of the «worst» required correlation matrix of a target random maneuver.

Keywords: *interceptor, target, interceptor control signal, target maneuver acceleration, two-person game, saddle point, saddle solution, minimax strategies, correlation ambiguity, structure of optimal control algorithm, minimax interceptor control algorithm, the «worst» correlation matrix of random maneuver, random process factorization.*

В статье ставится и решается задача синтеза оптимального алгоритма наведения перехватчика на маневрирующую цель. Ускорение маневра цели является случайным процессом с неполностью известными корреляционными свойствами. Известно лишь ограничение по дисперсии.

Управляемые движения перехватчика и цели рассматриваются в плоскости, ортогональной линии сближения, вдоль одной из двух осей координат. Указанные движения описываются линейной системой уравнений в дискретном времени. На управление перехватчика наложены статистические моментные ограничения. Управление строится по принципу обратной связи на основе измерений положений перехватчика и цели. Измеритель является линейным, содержит случайные ошибки измерения.

Целью управления является минимизация квадратичного терминального критерия качества (показателя точности наведения):

$$J = M \{ \| L \cdot x(N) \|^2 \}, \quad (1)$$

где $x - (n \times 1)$ – вектор параметров движения перехватчика и цели;

$M\{\}$ – обозначение операции осреднения по случайным факторам, действующим в системе управления;

L – вектор-строка $(1 \times n)$.

При этом полагается, что неизвестные корреляционные свойства процесса ускорения маневра цели являются наихудшими по критерию (1).

Таким образом, синтез управления сводится к игре двух лиц с функцией выигрыша (1).

Игрок 1 производит синтез управления исходя из минимума критерия (1).

Игрок 2 осуществляет выбор корреляционных свойств процесса ускорения маневра цели при ограничениях на дисперсию, исходя из максимума критерия (1).

В данной игре существует седловая точка игры – пара $\{U^0, \mu^0\}$, характеризующая минимаксные стратегии игроков.

U^0 – минимаксный алгоритм управления перехватчиком.

μ^0 – «наихудшая» корреляционная матрица случайного процесса ускорения маневра цели при применении алгоритма U^0 .

Для синтеза минимаксных стратегий предложена процедура поиска седловой точки игры с использованием факторизации искомой «наихудшей» корреляционной матрицы случайного маневра цели.

Данная процедура является идеологически ясной и конструктивной, она позволяет выявить минимально достаточную размерность минимаксного алгоритма, построить эффективные упрощенные его аналоги, что иллюстрируется приведенным в работе численным примером.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гридасов, И.П.** Синтез минимаксных линейных систем управления при неполном статистическом описании начального состояния, возмущений и помех // Техническая кибернетика. – М.: Известия АН, 1994. – № 4.
2. **Гридасов, И.П.** Синтез минимаксных линейных систем управления в условиях неопределенности корреляционных свойств возмущений и помех при моментных ограничениях управления // Техническая кибернетика. – М.: Известия АН, 1994. – № 1.
3. **Гридасов, И.П.** Гарантированное значение квадратичного критерия качества работы линейной системы // РАН, Автоматика и телемеханика. – М., 1994. – № 10.
4. **Беленький, В.З.** Итеративные методы в теории игр и программировании / В.З. Беленький, В.А. Волконский. – М.: Наука, 1974.

CORRELATION SYNTHESIS OF THE MANEUVERING TARGET GUIDANCE ALGORITHM

I.P. Gridasov

The target maneuver acceleration is a random process with the incompletely known correlation properties.

In this work the synthesis task of optimal algorithm of an interceptor guidance to a maneuvering target is put and solved. The target maneuver acceleration is a random process with the incompletely known correlation properties.

A dispersion restriction is the only known parameter.

The controlled movements of an interceptor and a target are considered in a plane that is orthogonal to a convergence line along one of two of coordinate axis. The specified movements are described by a linear system in discrete time. The statistical moment constraints were imposed on the interceptor control. Controlling is carried out by a feedback principle according to the position measurements of an interceptor and a target. A measuring set is linear and contains random measurement errors.

The control purpose is minimizing a quality square-law terminal criterion accuracy guidance parameter

$$J = M \{ \| L \cdot x(N) \|^2 \} \tag{1}$$

$x - (n \times 1)$ – is a vector of parameters of the interceptor and target movement,

$M \{ \cdot \}$ – is an averaging operation designation on the control system random factors,

L – is a vector - line $(1 \times n)$

It is understood that the unknown correlation properties of the target maneuver acceleration process are the worst by the criterion (1).

Thus, the control synthesis comes to a two-person game with a payoff functional (1).

The player 1 conducts the control synthesis, based upon a minimum of criterion (1).

The player 2 carries out a choice of correlation properties of a target maneuver acceleration process at restrictions on a dispersion, based upon a maximum of criterion (1).

In the presented game there is saddle game point – a pair $\{U^0, \mu^0\}$ describing the minimax strategy of the players.

U^0 – is a minimax interceptor control algorithm.

μ^0 – is the «worst» correlation matrix of the random target maneuver acceleration process, when using an algorithm U^0 .

A search procedure of a game saddle point, using a factorization of the «worst» required correlation matrix of a target random maneuver is offered.

For the minimax strategy synthesis the saddle point search procedure of a game, using a factorization of the «worst» required correlation matrix of a target random maneuver is offered.

The procedure in question is ideologically clear and constructive, it allows finding out the sufficient minimum dimension of a minimax algorithm and constructing its effective simplified analogues. The given paper has illustrated the above mentioned facts by a numerical example.

АСТЕРОИДНО-КОМЕТНАЯ ОПАСНОСТЬ

© Авторы, 2014

А.В. Гориш, доктор технических наук, профессор,
лауреат Государственной Премии СССР,
консультант ФГУП «НПО «Техномаш», г. Москва

И.С. Рубцов, соискатель аспирантуры ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»,
руководитель отделения ФГУП «НПО «Техномаш», г. Москва

Ю.Г. Шатраков, доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
лауреат Государственных и Правительства СПб премий,
ученый секретарь ОАО «Всероссийский научно-исследовательский
институт радиоаппаратуры» (ОАО «ВНИИРА»), г. Санкт-Петербург
E-mail: aspirantura@vniira.ru

В работе представлены материалы исследований по астероидно-кометной опасности при падении на поверхность Земли небесных тел.

***Ключевые слова:** астероид, комета, космический объект, метеорит, оборонительные мероприятия.*

In the article there were proposed the research materials on the asteroid-comet threat, when falling the celestial objects on the Earth surface.

***Keywords:** asteroid, comet, space object, meteorite, defensive actions.*

В настоящее время широко обсуждается проблема возможных столкновений крупноразмерных небесных тел с Землей, что представляет собой потенциальный источник опасности. Исследования Солнечной системы с помощью космических аппаратов показали, что планеты Солнечной системы покрыты кратерами, имеющими ударное происхождение.

По расчетам астероид, размером порядка 0,5 км и двигающийся со скоростью 30 км/с, обладает кинетической энергией, соизмеримой с взрывом ядерных боезарядов, накопленных человечеством к настоящему времени, что может привести Землю к глобальной катастрофе.

Проблема астероидно-кометной опасности является реальной и требует своего решения. Указанная проблема должна решаться комплексным методом, предусматривающим интеграцию усилий специалистов самых разных стран и отраслей знаний.

Кроме постоянного мониторинга околоземного пространства требуется разработка реальных и эффективных способов сведения к минимуму астероидно-кометной опасности, предусматривающих предотвращение возможных столкновений космических объектов с Землей (принудительное изменение траекторий космических объектов или их физическое разрушение).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Барабанов, С.И.** Метеорные потоки как потенциальный источник опасности столкновения крупноразмерных небесных тел с Землей / С.И. Барабанов, А.М. Микоша, М.А. Смирнов // Тезисы докладов Международной конференции «Космическая защита Земли», 23-27 сентября 1996 г. – Снежинск. – С. 7.
2. **Медведев, Ю.Д.** Астероидно-кометная опасность / М.Л. Свешников, А.Г. Сокольский, Е.И. Тимошкова, Ю.А. Чернетенко, Н.С. Черных, В.А. Шор; под ред. А.Г. Сокольского. – СПб.: Изд-во МИПАО и ИТА РАН, 1996. – 224 с.
3. **Флоренский, К.П.** Ударные кратеры на Луне и планетах / К.П. Флоренский, А.Т. Базилевский, Б.А. Иванов – М.: Наука, 1983.
4. **Адушкин, В.В.** Катастрофические воздействия космических тел. Институт динамики геосфер РАН / В.В. Адушкин, И.В. Немчинов – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 310 с.
5. **Покровский, В.В.** Американских мамонтов убил космос // Независимая газета. – 2007. – 7 июля.

ASTEROID AND COMET THREAT

A.V.Gorish, I.S.Rubtsov, Y.G.Shatrakov

Currently the problem of possible collisions of large-size celestial bodies with Earth is widely discussed. The events of this nature represent a potential hazard. The Solar system explorations by means of spacecraft systems showed that Solar system planets are covered with the craters having a shock origin.

By calculations an about 0,5 km- size asteroid moving with the speed of 30 km/s has kinetic energy commensurable with the nuclear warhead explosion that can lead Earth to global disaster.

The problem of the asteroid and comet danger is a real one and demands a decision. The specified problem has to be solved by a complex method providing the effort integration of both experts and branches of knowledge all over the world.

Besides the continuous near-earth space monitoring, it is necessary to develop the real and effective ways of minimizing the asteroid and comet threat, forecasting the prevention of possible space object collisions with Earth (compulsory trajectory changing of space objects or their physical destruction).

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМ УГРОЗАМ

© Авторы, 2014

В.А. Минаев, доктор технических наук,
профессор, проректор РосНОУ, г. Москва

А.С. Гарбузов, администратор информационной безопасности,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва
E-mail: Garbuzovand84@mail.ru

О.Д. Никифоров, учащийся лицея № 11 «ФИЗТЕХ», г. Долгопрудный

Рассмотрена математическая модель противодействия информационным угрозам, которым подвергаются вычислительные системы. Основу модели составляет система дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: моделирование, информационные угрозы, дифференциальные уравнения.

A mathematical model of computer information threat countering is considered. The model is based on the differential equation system.

Keywords: modeling, information threats, differential equations.

К настоящему времени разработано и исследовано множество моделей, описывающих системы информационной безопасности вычислительных комплексов (ВК). В этих моделях учтены многие факторы, влияющие на состояние информационной безопасности. Однако пока недостаточно изучены модели, связанные с воспроизведением взаимодействий различных процессов, влияющих на состояние динамики информационной безопасности ВК.

В статье рассматривается новая математическая модель, описывающая систему информационной безопасности ВК.

Основными параметрами математической модели системы информационной безопасности вычислительных комплексов (СИБВК) являются:

- общий ресурс обеспечения информационной безопасности (РОИБ) ВК (R);
- ресурсные потери из-за реализованных информационных угроз (R_T);
- часть РОИБ, затрачиваемая на создание и функционирование СИБВК (R_S);
- множество информационных угроз РОИБ (T);
- множество уязвимостей РОИБ (O);
- факторы внешней среды, определяющие, соответственно, состояние и динамику РОИБ, уязвимостей ВК и состояние поля информационных угроз (F_R, F_O, F_T).

Основу математической модели составляет система уравнений, описывающая взаимодействия указанных параметров:

$$R = R(R_T, R_S, F_R), R_S = R_S(R_T), R_T = R_T(T), T = T(O, R_S, F_T), O = O(R_S, F_O).$$

Для исследования системы уравнения осуществляем переход к динамической форме представления взаимодействий параметров модели.

Наглядное взаимодействие параметров отражается в графической интерпретации модели, где все записанные от времени коэффициенты $a_i(t)$; $i=1, 2, 3, \dots, 8$ – положительны (рис. 1).

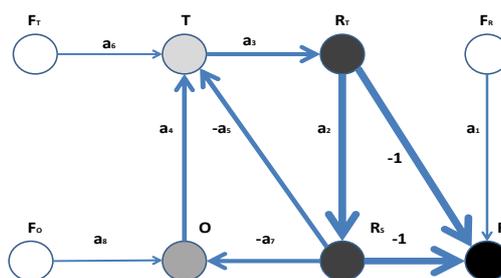


Рис. 1. Модель взаимодействий в системе информационной безопасности ВК

Производимые исследования модели позволяют получить выражения для аналитических зависимостей изменения ресурса, расходуемого на информационную безопасность, от динамики множеств угроз и уязвимостей, а также для соответствующих численных оценок в процессе управления системой информационной безопасности ВК. Решения, полученные для различного соотношения коэффициентов, дают возможность “проигрывания” различных сценариев информационной защиты ВК.

Кроме того, предложенная математическая модель позволяет найти чувствительность основных переменных R , T , O к воздействию разнообразных дестабилизирующих факторов на СИБВК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минаев, В.А. Модель взаимодействия в корпоративной системе информационной безопасности // Вестник Российской академии естественных наук. – М.: Изд-во РАЕН, 2004. – Т. 4. – № 3. – С. 32–35.
2. Минаев, В.А. Правовое обеспечение информационной безопасности: учебник / В.А. Минаев, Ю.А. Белевская, С.В. Скрыль, А.П. Фисун и др.; под ред. В.А. Минаева // Серия «Информатика и информационная безопасность». – Изд. 2-е расшир. и доп. – М.: Маросейка, 2008. – 368 с.
3. Минаев, В.А. Правовое обеспечение информационной безопасности объектов информатизации и регулирование конституционных прав личности в информационной сфере / В.А. Минаев, Ю.А. Белевская, А.П. Фисун и др.; под ред. А.П. Фисун, Ю.А. Белевская. – Орел: Орловский государственный университет, 2008. – 428 с.
4. Карпычев, В.Ю. Цена информационной безопасности / В.Ю. Карпычев, В.А. Минаев // Системы безопасности. – 2003. – № 5. – С.128–130.
5. Радько, Н.М. Риск-модели информационно-телекоммуникационных систем при реализации угроз удаленного и непосредственного доступа / М.Н. Радько, И.О. Скобелев. – М.: Радио Софт, 2012. – 232 с.
6. Остапенко, Г.А. Топологические модели информационных операций в социотехнических системах: аспект региональной безопасности: дис.... канд. техн. наук. – Воронеж, ВГТУ, 2004. – 166 с.

INFORMATION THREAT COUNTERMEASURE SYSTEM MODELING

V.A. Minaev, A.S. Garbuzov, O.D. Nikiforov

By now a variety of models describing information security systems of data processing systems (DPS) have been developed and investigated. A lot of factors having an influence on information security state were taken into account in these models. However, the models connected with the representation of interoperations of different processes having an influence on a dynamic state of the DPS information security are under-investigated yet.

The article deals with a new mathematical model describing the DPS information security system.

The main parameters of the DPS information security system mathematical model are the following:

- common resource of DPS information security (CRIS) (R);
- resource loss due to performed information threat;
- a part of CRIS expended for DPS developing and functioning (R_S);
- a totality of CRIS information threats (T);
- a totality of CRIS vulnerabilities (O) environmental factors defining the CRIS state and dynamic of the DPS vulnerabilities and a field state of information threats ($(F)_\downarrow R, F_0, F_\downarrow T$).

The mathematical model base is the set of equations describing the interactions of specified parameters

$$R = R(R_T, R_S, F_R), \quad R_S = R_S(R_T), \quad R_T = R_T(T), \quad T = T(O, R_S, F_T), \quad O = O(R_S, F_O).$$

We perform a transition to the dynamic mode of the model parameter interaction presentation to investigate the set of equations.

A demonstrable parameter interaction is shown in a graphical interpretation of a model where all time-dependent coefficients $a_i(t)$; $i = 1, 2, 3, \dots, 8$ are positive (Fig.1).

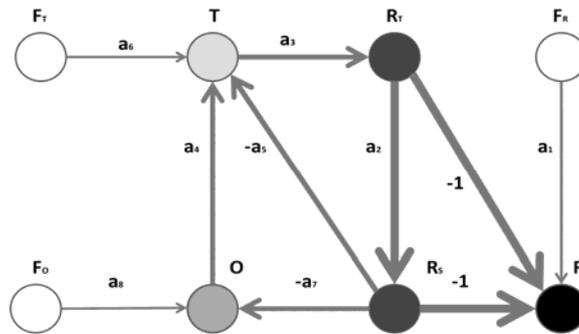


Fig.1. Interaction model in the DPS information security system

The performed model investigations enable to deduce equations for analytic dependences of resource change expended on information security from dynamics of the threat and vulnerability sets, and also for appropriate numerical evaluations in the control process of the DPS information security system. The solutions obtained for various coefficient relation give an opportunity to play different scenarios of DPS information security.

Besides, the proposed mathematical model allows finding out a sensitivity of block variables R , T , O to the impact of different destabilizing facts on DPS.

ПРИМЕНЕНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ ВКО

УДК 623.762

ДВУХРУБЕЖНАЯ ПРОТИВОВОЗДУШНАЯ ОБОРОНА КОРАБЛЕЙ ВМФ

© Авторы, 2014

Н.С. Щербаков, Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор,
начальник отдела ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва
E-mail: aspirantura@gskb.ru

Рассматривается двухрубежная противовоздушная оборона кораблей ВМФ с использованием соответственно ЗУР с большой и малой дальностью действия. Определяется порядок стрельбы типами ЗУР на каждом рубеже, в том числе с учетом приоритетов целей.

Дается обоснование экономической целесообразности стрельбы ракетами каждого типа исходя из критерия, «поражение целей как можно меньшими затратами».

Ключевые слова: противовоздушная оборона, система массового обслуживания, зенитный ракетный комплекс, противокорабельные ракеты, стратегия обстрела.

The article deals with the two-line anti-aircraft ship defense, using antiaircraft missiles of both long and short ranges correspondingly. The antiaircraft missile type firing order at each attack line on a target priority basis is defined.

The economic efficiency foundation of missile firing of both types on the basis of a «target kill by the lowest expense» criterion is presented.

Keywords: anti-aircraft defence, queueing system, air defence missile system, anti-ship missiles, engagement strategy.

Рассматривается противовоздушная оборона (ПВО) кораблей ВМФ. Показано, что при повышении скоростей противокорабельных ракет обеспечить надежную защиту корабля возможно только за счет эшелонированной ПВО зенитными ракетными комплексами с зенитными управляемыми ракетами (ЗУР) различной дальности действия.

Определяется стратегия стрельбы типами ЗУР на каждом рубеже, а также с учетом приоритетов целей. Определено, что наиболее предпочтительной является стратегия, когда на дальнем рубеже используется одна ЗУР, а на ближнем рубеже – две ЗУР по цели.

Дается обоснование экономической целесообразности стрельбы ЗУР каждого типа, исходя из критерия «поражение цели – наименьшими затратами».

В качестве математического аппарата используются элементы теории массового обслуживания.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Щербаков, Н.С.** Повышение вероятности поражения ПКР при многорубежной обороне корабля зенитными ракетными комплексами. – М.: Радиоэлектронные системы, 2009. – № 12(16). – С. 23–33.
2. **Щербаков, Н.С.** Стратегия обстрела целей зенитными ракетными комплексами самообороны корабля // Электромагнитные волны и электронные системы. – М.: Радиотехника, 2013. – № 2 – С. 9–14.
3. **Вентцель, Е.С.** Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 64 с.
4. **Красников, А.К.** Системы информационной поддержки принятия решений при оценке эффективности ПВО корабля / А.К. Красников, Е.С. Новиков, Н.С. Щербаков // Сб. докладов науч.-техн. конференции «Состояние, проблемы и перспективы создания корабельных информационно-управляющих комплексов». – М.: «Концерн «Моринформсистема «Агат», 2009. – С. 199–203.
5. **Красников, А.К.** Оценка эффективности противовоздушной обороны корабля с учетом приоритетов выбора воздушных целей / А.К. Красников, Е.С. Новиков, Н.С. Щербаков // Приборы и системы управления – М.: Научтехлитиздат, 2012. – № 12. – С. 6–9.

TWO-LINE ANTI-AIRCRAFT SHIP DEFENCE

N.S. Shcherbakov

The anti-aircraft defence of Navy ships is considered. It is shown, when increasing the anti-aircraft missile speed, to provide the reliable ship defence is possible only by means of echeloned anti-aircraft missiles of different range.

At each line the firing strategy by anti-aircraft missile types is defined on a target priority basis. There was concluded the most preferred target destruction strategy: using one anti-aircraft missile at far line and two missiles at close line.

The economic efficiency foundation of missile firing of both types on the basis of a «target kill by the lowest expense» criterion is presented.

The queuing theory elements are used as the mathematical tools.

ВАРИАНТ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РАМКАХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

© Авторы, 2014

С.Г. Андреев, кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры зенитных комплексов ближнего действия,
Военная академия войсковой ПВО ВС РФ
имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского, г. Смоленск
E-mail: stas_acg@mail.ru

Е.Г. Голов, адъюнкт кафедры зенитных комплексов ближнего действия,
Военная академия войсковой ПВО ВС РФ
имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского, г. Смоленск
E-mail: golov.82@yandex.ru

Представлена обобщенная структура и содержание модели автоматизированной оценки деятельности специалистов, эксплуатирующих эргатические сложные технические системы различного назначения. Разработка модели велась с применением системы компьютерного моделирования MATLAB на основе пакетов Simulink и Fuzzy Logic Toolbox в интересах ее использования в программном обеспечении систем автоматизированной оценки сложных технических систем с целью повышения качества оценки деятельности и уровня подготовленности эксплуатирующих их специалистов в рамках специализированной системы принятия решений.

Ключевые слова: учебно-тренировочное средство, стрельба, воздушная цель, система автоматизированной оценки, модель оценки, специалист, уровень подготовленности, система поддержки принятия решения.

In the given work a generalized structure and a substance of the automated activity evaluation model of the experts utilizing the ergatic complex technical systems of different purpose are presented. The model development was conducted by the MATLAB computer modeling system application on the basis of Simulink and Fuzzy Logic Toolbox packages in the interests of its using in the automated estimation system software of the complex technical systems to upgrade quality of the expert activity estimation and a level of expertise, within the specialized decision support system.

This work deals with the generalized structure and substance of the automated activity evaluation model of the experts utilizing the ergatic complex technical systems of different purpose.

The model development was conducted with MATLAB computer modeling system application on the basis of Simulink and Fuzzy Logic Toolbox packages in the interests of its using in the automated estimation system software of the complicated technical systems to upgrade quality of the expert activity estimation and a level of expertise, within the specialized decision support system.

Keywords: educational and training facilities (ETF), fighting, air target, automated estimation system, estimation model, expert, level of expertise, decision support system.

На современном этапе реформирования учебного процесса в учебных учреждениях различного типа проблемным аспектом процесса подготовки специалистов сложных технических систем (СТС) является организация достоверной оценки действий обучающихся в ходе проведения различных видов занятий. Анализ средств обучения и оценки эргатических СТС специального назначения показал, что эта аппаратура не способна учесть весь комплекс оценочных показателей за выполнение процедур (операций) деятельности при выполнении специалистами своих функциональных обязанностей, а, значит, она формирует оценку, не соответствующую реальному уровню подготовленности последних. Исходя из этого возникает необходимость повышения качества оценки специалистов СТС в целях повышения эффективности применения этих систем по назначению.

Одним из путей решения данной задачи может выступить использование методики оценивания деятельности специалистов СТС с определением уровня подготовленности, которая позволяет оценивать такие характеристики их деятельности, как полнота (функционирование по определенной программе, выполнение заданной совокупности действий), быстродействие (функционирование, при котором осуществляемые операции работы выполняются в пределах заданного интервала времени), надежность (функционирование, при котором операция боевой работы выполняется с заданной погрешностью; вероятность правильного решения задач).

Необходимо учитывать, что сложные технические системы эксплуатируются с высоким уровнем участия человека, а значит, для организации эффективного процесса подготовки специалистов необходимо определять множества оптимальных задач и упражнений из специализированной базы данных, являющиеся вариантами управляющих воздействий. В этой связи очевидна необходимость разработки механизма формирования управляющих воздействий на обучающихся специалистов с использованием инновационных подходов.

Методика повышения уровня подготовленности специалистов СТС, процесса формирования управляющих воздействий на специалистов во всём цикле их подготовки может быть реализована специализированной системой поддержки принятия решений (СППР) по формированию управляющих воздействий на учебно-тренировочных средствах в процессе подготовки обучаемых специалистов, использование которой позволит существенно повысить значение уровня подготовленности специалистов СТС, что в конечном итоге приведет к росту значения эффективности их деятельности в целом.

Предлагаемая СППР по своему принципу является стратегической, т.к. ориентирована на анализ значительных объемов разнородной информации – множеств различных типов оценок деятельности специалистов СТС при выполнении ими различного рода операций по профессиональному предназначению. Её важнейшей целью является поиск множества наиболее рациональных вариантов управляющих воздействий на обучающихся в процессе их подготовки с учетом влияния различных факторов, характерных для серии процессов в профессиональной деятельности. Такие СППР предполагают достаточно глубокую проработку данных – операций профессиональной деятельности, специально преобразованных так, чтобы их было удобно использовать в ходе процесса принятия решений. Неотъемлемым компонентом СППР этого уровня являются правила принятия решений – производственные правила, реализуемые в модели (при необходимости они могут быть легко скорректированы), которые на основе агрегированных данных дают возможность лицу, принимающему решения, обосновывать данные решения.

Это является предпосылкой для эффективного использования средств обучения в процессе обучения специалистов СТС, способных автоматизировано и на новом качественном уровне оценивать результаты профессиональной деятельности обучаемых в ходе всего цикла подготовки, определять оценку их уровня подготовленности и создавать условия для дифференцированного и гибкого подхода к одиночной подготовке каждого обучающегося, формируя эффективные управляющие воздействия на обучающихся специалистов с помощью необходимых СППР.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Методическое** обеспечение определения уровня подготовленности операторов БМ ЗРК БД с использованием нечеткого моделирования в программном обеспечении систем автоматизированной оценки современных и перспективных тренажеров: отчет о НИР / ВА ВПВО ВС РФ; рук. Герасимов О.В. – Смоленск, 2010. – 74 с. – Инв. № 6.6/2009-14.
2. **Андреев, С.Г.** Возможности применения положений теории нечетких множеств в интересах разработки нечеткой модели оценки боевой работы стрелков-зенитчиков // Вестник войсковой ПВО. – Смоленск, ВА ВПВО ВС РФ, 2009. – Вып. 1. – С. 17–22.
3. **Дьяконов, В.П.** MATLAB R2006/2007/2008 + Simulink 5/6/7. Основы применения. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 800 с.
4. **Андреев, С.Г.** Модель оценки боевой работы стрелков-зенитчиков на тренажерах ПЗРК с использованием нечетких экспертных систем: дис... канд. техн. наук. – Смоленск, ВА ВПВО ВС РФ, 2009. – 219 с.

A MODEL VERSION OF EXPERT ACTIVITY ESTIMATION OF THE COMPLICATED TECHNICAL SYSTEMS WITHIN THE SPECIALIZED DECISION SUPPORT SYSTEM

S.G. Andreev, E.G. Golov

At the present stage of educational process reforming at the educational institutions of various type a problematic aspect of the expert preparation process of the complicated technical systems (CTS) is organizing the proper learner action evaluation in the course of learning activity of different kinds. The analysis of training aids and the estimation of the special purpose ergatic CTSs showed that this equipment is not capable to take into account the whole complex of estimated figures over the fulfillment of activity procedures (operations) by the experts performed their roles. This means that this equipment forms an estimation which is not corresponding to a real level of the expert readiness. Reasoning from this fact, there is a necessity to upgrade the estimation quality of the CTS experts in order to increase the operational system application effectiveness as intended.

One way around this problem is to use the CTS expert activity estimation method of with the readiness level definition. It is this method allows estimating such characteristics of activity as completeness (functioning under the certain program, a fulfillment of a range of actions), a high-speed response (functioning at which executed operations of activity are performed within the set interval of time), reliability (functioning at which the battle activity operation is executed with the specified error; the probability of the correct solution of problems

The following shall be observed that the complicated engineering systems are maintained with a high level of person participation which means to organize the effective process of expert preparation it is necessary to determine the optimum problem and exercise sets and of the specific database being the versions of control activation. In this regard, it is obvious that the necessity of working out the formation mechanism of the control activations on the trained experts with using the innovative approaches.

The technique of readiness level increase of the CTS experts and the process of forming control activations on the experts during the all cycle of their preparation, can be realized by the special decision support system (DSS) on forming control activations on the training aids in the course of preparation of the trained experts.

The offered DSS is strategic by its principle because it is designed for analyzing significant volumes of the diverse information - sets of various types of estimations of CTS expert activity, when fulfilling any professional mission operations. Its major purpose is to search the sets of the most rational versions of control activations to the trained experts.

Such DSSs assume data mining - operations of the professional activity. The DSS integral component of this level are decision-making rules realized in a model (if necessary they can be easily corrected) which on the basis of the aggregated data give a chance for a decision-maker to prove the solutions.

It is a precondition to use the tutorials effectively in the course of training of DTS experts.

АНАЛИЗ МАНЕВРЕННЫХ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ БОЕВОЙ АВИАЦИИ

© Авторы, 2014

Е.А. Егоров, адъюнкт,
Военная академия войсковой ПВО ВС РФ
имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского, г. Смоленск

Анализируются маневренные свойства современных и перспективных образцов боевой авиации, приводятся основные направления совершенствования авиации и высокоточного оружия стран НАТО и анализируются существующие комплексы противовоздушной обороны.

Ключевые слова: средства воздушного нападения, сверхманевренные летательные аппараты, маневр, летательный аппарат, фигура высшего пилотажа, совершенствование самолетного парка, летно-технические характеристики

The following article presents the analysis of maneuver features of modern and advanced combat aircraft, the basic lines for improvement of NATO-operated aircraft and high-precision weapon as well as analysis of currently available air defense systems.

Keywords: means of air attack, supermaneuverable aircraft, maneuver, aircraft, stunt, aircraft fleet improvement, aircraft performance.

Развитие теории и практики авиационной науки, основанное на использовании достижений нестационарной аэродинамики, динамики полета в неустановившемся движении и применении более совершенных алгоритмов и систем автоматического управления, обладающих существенно более высокой адаптацией к условиям полета, привели к созданию нового типа летательных аппаратов, так называемых сверх маневренных летательных аппаратов.

Сверхманевренность, рассматриваемая как одна из основ концепции построения перспективных многофункциональных самолетов, оказывает существенное влияние на тактику их применения. В той или иной степени элементами сверхманевренности обладают все истребители и многофункциональные самолеты четвертого поколения, начиная с F-15, F-16, F-18A, МиГ-29, Су-27, J-10, J-11 и их модификации. В наиболее полной форме сверхманевренностью обладают самолеты F-22, Су-35 и особенно Су-37, F-35, J-15.

В настоящее время газодинамическое управление посредством отклоняемого вектора тяги при совместной работе с традиционным аэродинамическим управлением позволяет существенно расширить маневренные возможности самолета, предотвратить сваливание и уверенно пилотировать самолет на малых, вплоть до околонулевых, скоростей полета, даже на сверхкритических углах атаки.

Особенно эффективно многоосевое или всеракурсное отклонение вектора тяги. В этом случае обеспечивается независимое управление по каналам тангажа и рыскания, а в случае двухдвигательной силовой установки самолета – и по каналу крена. Что позволяет не только «развязать» оси движения при управлении, но и при выполнении фигур высшего пилотажа или воздушной акробатики сохранить плоскость управления неизменной, а, следовательно, получить полностью управляемый самолет, что позволяет уверенно говорить о дальнейшем его боевом применении.

Использование органов непосредственного управления аэродинамическими силами, с одной стороны, дает возможность летательному аппарату практически скачкообразно изменять свое положение в пространстве без изменения ориентации строительных осей. С другой стороны, СМЛА могут изменять положение строительных осей в пространстве без изменения направления полета. Кроме того, СМЛА способны совершать управляемый полет с углами атаки до 60-90° без сваливания в штопор, играя роль воздушного тормоза. Это делает возможным развороты с очень малым радиусом. Высокая тяговооруженность позволяет летательным аппаратам этих типов быстро набирать скорость при любом пространственном положении.

Совокупность элементарных составляющих, дает возможность реализовать большое число маневров с очень сложными пространственными эволюциями.

В тактическом плане сверхманевренность позволяет существенно повысить собственную безопасность, в том числе и за счет выполнения существенно более эффективных маневров уклонения от управляемых средств поражения.

В техническом плане СМЛА требуют расширения состава оцениваемых координат состояния и предъявляют существенно более жесткие требования к точности, быстродействию и устойчивости их сопровождения бортовыми следящими системами.

По оценкам отечественных аналитиков, в рамках совершенствования самолетного парка тактической авиации наибольшее развитие получают многоцелевые истребители и палубные истребители-штурмовики, при этом наиболее высокими тактико-техническими характеристиками будут обладать новые самолеты F-22A, EF2000, Рафаль и F/A-18E,F (средствам воздушного нападения пятого поколения будут присущи малозаметность, возможность использования всей номенклатуры ВТО, сверхзвуковая скорость полета на крейсерском режиме, повышенная маневренность, независимость от метеорологических условий и времени суток).

Одним из способов борьбы с существующими и перспективными образцами СВН является усовершенствование зенитных управляемых ракет. Способом увеличения дальности поражения, увеличения числа перегрузок ЗУР является применение комбинированного способа наведения, в частности, на начальном этапе – теленаведение, на конечном – самонаведение.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Меркулов, В.И.** Авиационные системы радиоправления / В.И. Меркулов, В.В. Дрогалин, А.И. Канащенков и др.; под ред. А.И. Канащенкова, В.И. Меркулова // Радиозлектронные системы самонаведения. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Радиотехника, 2003. – Т.2.
2. **Хуторской, И.Н.** Системы наведения зенитных ракет с оптимальным управлением / И.Н. Хуторской, С.Н. Финогенов. – Смоленск, ВА ВПВО ВС РФ, 2008.
3. **Авиация** и космонавтика вчера, сегодня, завтра. – М.: Издательство «Техкрим», 2013. – № 5.
4. **Авиация** и космонавтика вчера, сегодня, завтра. – М.: Издательство «Техкрим», 2013. – № 8.
5. **Авиация** и космонавтика вчера, сегодня, завтра. – М.: Издательство «Техкрим», 2013. – № 10.
6. **Зарубежное** военное обозрение. – М.: ОАО «Издательский дом «Красная звезда», 2013. – № 3.
7. **Зарубежное** военное обозрение. – М.: ОАО «Издательский дом «Красная звезда», 2013. – № 5.
8. **Зарубежное** военное обозрение. – М.: ОАО «Издательский дом «Красная звезда», 2013. – № 8.

ANALYSIS OF MANEUVER FEATURES OF MORDEN AND ADVANCED COMBAT AIRCRAFT

E.A. Egorov

The theory and practice development of the Aeronautical science based on using the achievements of non-steady aerodynamics, the flight dynamics in an unsteady motion as well as the application of more perfect algorithms and the automatic control systems possessing essentially higher adaptation to flight conditions has led to the creation of a new type of flight vehicles, so-called , supermaneuverable flight vehicles.

Supermaneuverability considered as one of the construction concept bases of the perspective multipurpose planes, makes an essential impact on the tactics of their application. To some extent the supermaneuverability elements have both all fighters and multipurpose planes of the fourth generation such as the F-15, F-16, F-18A, MiG-29, Su-27, J-10, J-11 aircraft and their modifications. The F-22, the Su-35 and especially the Su-37, F-35, J-15 aircraft possess super maneuverability in the fullest extent.

Now the gas-dynamic control by means of a turned down a thrust vector at teamwork with conventional aerodynamic control allows to expand essentially mobile capabilities of the plane to prevent stalling and then to fly a plane confidently at low, up to near-zero, speeds even at the supercritical angles of attack.

Multiaxial or all aspect capability of a thrust vector deviation is especially effective. In this case the independent control on pitch and yaw channels is provided, and in case of the twin-engine power plant the flight is performed on a roll channel. These facts allow not only «untying» motion axes, while controlling, but also at the aerobatic maneuvering fulfillment or aerobatics to save the control surface invariable and to attain a fully-controllable aircraft.

РАЗДЕЛ: ПРИМЕНЕНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ ВКО

Using the controls by aerodynamic forces, on the one hand, gives the aircraft a chance to change its position in steps in space without changing the X axe orientation. On the other hand, flight vehicles can change the X axe position without changing a flight direction in space. Besides, supermaneuverable flight vehicles are capable to make a controlled flight with angles of attack up to 60–90° without drop in a spin, exercising a function of an air brake. It enables to turn at very small range. A high thrust-to-weight ratio allows speeding up the flight vehicles of these types at any attitude.

A totality of elementary components gives a chance to perform a great number of maneuvers with the hardest aircraft attitude space changes.

From the tactical point of view the supermaneuverability allows raising aircraft's own safety essentially due to more effective evasive maneuver fulfillment.

Technically, the supermaneuverable flight vehicles require expanding a constitution of positioning data under consideration and demand to increase accuracy, speed-of-response, their tracking stability. By estimations of domestic analysts the greatest development will be received by multi-purpose fighters and by the carrier-based attack aircraft. The highest performance aircraft will be new airplanes such as the F-22A, EF2000, Rafal and F/A-18E, F aircraft.

СПОСОБ ПРОЕКЦИОННОГО СВЕРХРАЗРЕШЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЦЕЛЕЙ ПО ДАЛЬНОСТИ В РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЯХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ЗОНДИРУЮЩИЕ СИГНАЛЫ С ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

© Авторы, 2014

Д.В. Панов, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры радиолокационного вооружения,
Военная академия войсковой ПВО ВС РФ
имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского, г. Смоленск
E-mail: pdvlist@list.ru

А.Н. Курочкин, кандидат технических наук,
преподаватель кафедры радиолокационного вооружения,
Военная академия войсковой ПВО ВС РФ
имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского, г. Смоленск
E-mail: alexlana@list.ru

И.Н. Костомаров, офицер кафедры радиолокационного вооружения,
Военная академия войсковой ПВО ВС РФ
имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского, г. Смоленск
E-mail: igorkostomarov@yandex.ru

Одной из актуальных научных задач радиолокации является задача разрешения отдельных рассеивающих элементов (источников излучения) в составе группового сосредоточенного рассеивающего элемента, например, отдельных воздушных целей, расположенных в сосредоточенных боевых порядках. Уменьшение интервала согласованного разрешения сигналов воздушных целей по дальности при использовании в радиолокационных станциях сигналов с линейной частотной модуляцией не всегда обеспечивает достижение требуемой разрешающей способности. В статье предложен способ разрешения воздушных целей, использующий проекционный метод решения обратной задачи рассеяния для преодоления интервала согласованного разрешения.

Ключевые слова: сверхразрешение, сигнал с линейной частотной модуляцией, групповая сосредоточенная цель.

One of the actual radar-location scientific tasks is the resolution problem of the separate scattering elements (radiation sources) as a part of the group concentrated scattering element such as the separate air targets located in the concentrated combat dispositions. The interval reduction of the coordinated range resolution of air target signals by using the linear frequency modulation signals in radars doesn't not always provide the demanded resolution achievement. The article presents the air target resolution way using a projection method of the inverse scattering problem decision to overcome the coordinated resolution interval.

Keywords: super resolution, linear frequency modulation signal, concentrated multiple target.

Одной из актуальных задач радиолокации является повышение разрешающей способности радиолокационных станций. Разрешающая способность определяет информационные и функциональные возможности радиолокационных средств. Например, недостаточная разрешающая способность радиолокационных станций приводит к невозможности разрешения воздушных целей в сомкнутых боевых порядках, что снижает эффективность систем, использующих радиолокационную информацию. Указанные факторы свидетельствуют о необходимости повышения разрешающей способности радиолокационных станций.

Во многих радиолокационных станциях в целях повышения разрешающей способности по дальности используются сигналы с линейной частотной модуляцией. Увеличение ширины спектра сигнала имеет практические ограничения и не всегда обеспечивает требуемую разрешающую способность радиолокационных станций по дальности. Поэтому совместно с линейной частотной модуляцией зондирующего сигнала целесообразным является применение методов радиолокационного сверхразрешения, обеспечивающих преодоление интервала согласованного разрешения эхосигналов.

Одним из эффективных методов обеспечивающих возможность сверхразрешения воздушных целей является проекционный метод решения обратной задачи рассеяния, позволяющий получить оценку портрета радиолокационной цели по наблюдаемому эхосигналу.

В случае реализации проекционного метода в радиолокационных станциях, использующих сигналы с линейной частотной модуляцией, на основе априорной информации задаются возможные конфигурации портрета, формы функций откликов воздушных целей и строятся сетки, узлы которых располагаются в точках своих устойчивых оценок. На основе априорной информации о конфигурации портрета групповой цели формируется матрица Грама пробных сигналов (матрица коэффициентов рассогласования сигналов, параметры которых известны априорно). Матрица Грама пробных сигналов и результаты согласованной обработки эхосигнала используются для расчета комплексных коэффициентов отражения воздушных целей. Модули проекционных оценок коэффициентов отражения сравниваются с пороговыми значениями, рассчитываемыми исходя из уровня шумов оценки для каждой конфигурации портрета и для заданного уровня ложных тревог. Решение о количестве отдельных воздушных целей в составе групповой цели принимается по максимальному среди анализируемых вариантов количеству модулей, превысивших соответствующие пороги. Проекционная оценка портрета цели равна сумме пробных функций из выбранной конфигурации, умноженных на соответствующие проекционные оценки коэффициентов отражения.

Эффективность предложенного способа подтверждают аналитические оценки, а также результаты математического моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Чижов, А.А.** Сверхрешение. Классический взгляд на проблему. – М.: Красанд, 2010. –Т. 1. – 96 с.
2. **Чижов, А.А.** Сверхрешение. Germany, Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 216 с.
3. **Фалькович, С.Е.** Оптимальный прием пространственно-временных сигналов в радиоканалах с рассеянием / С.Е. Фалькович, В.И. Пономарев, Ю.В. Шкварко – М.: Радио и связь, 1989. – 296 с.
4. **Колмогоров, А.Н.** Элементы теории функций и функционального анализа / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин – М.: Наука, 1981. – 544 с.
5. **Чижов, А.А.** Метод разрешения групповых сосредоточенных целей как пример преодоления фактора некорректности обратных задач // Информационно-управляющие системы, 2009. – № 2. – С. 2–10.
6. **Чижов, А.А.** Аналитическая оценка эффективности разрешения групповых сосредоточенных целей проекционными методами // Информационно-управляющие системы, 2009. – № 6. – С. 12–17.

A METHOD OF THE PROJECTION RANGE SUPERRESOLUTION OF AIR TARGETS IN THE RADARS USING THE PROBING SIGNALS WITH LINEAR FREQUENCY MODULATION

D.V. Panov, A.N. Kurochkin, I.N. Kostomarov

One of the urgent radiolocation tasks is to increase the radar resolution. The resolution defines the radar data and functional capabilities. For example, the radar resolution lack leads to the disability to resolve air targets in the close combat formations. This fact reduces the efficiency of systems using radar data. The above mentioned information indicates to increase the radar resolution.

In order to increase the range resolution, the linear frequency modulation signals are used in many radar types. Increasing the signal bandwidth has practical constraints and does not always provide the desired radar range resolution. For this reason it seems appropriate to apply the radar super-resolution methods providing overcoming the matching resolution interval of echoes together with a linear frequency modulation of a probing signal.

One of the effective methods providing an air target super-resolution capability is a projection method to solve the inverse scattering problem enabling to get an estimation of radar target portrait according to a signal under observation.

In case of the projection method implementing in the radars using the linear frequency modulation signals, on the basis of a priori information both the possible portrait configurations and the air target response function forms are specified and also the grids are constructed, the nodes of which are located in the points of their robust estimates. On the basis of a priori information about the group target portrait configuration the Gram matrix of the trial signals (matrix of signal mismatch coefficients, parameters of which are known a priori) is formed. The trial signal Matrix Grama and the results of matching processing of echoes are used to calculate the complex reflection coefficients of air targets. The reflectivity projection estimate modules are compared with the threshold values which are calculated on the basis of estimation noise level for each portrait configuration and for the preset level of false alarms. A decision of separate air target number within a group target is accepted by the maximum number of modules have exceeded the corresponding thresholds among the analyzed versions. A projection assessment of the target portrait is equal to the sum of testing functions of a selected configuration multiplied by the corresponding projection estimations of reflectivity.

The proposed method efficiency is confirmed by the analytical estimations and the mathematical modeling results.

ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

УДК 621.385.69

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ДИАПАЗОННЫХ СВЧ-ПРИЕМНИКОВ МРЛС С ФАР И АФАР

© Авторы, 2014

В.И. Плешивцев, доктор технических наук,
ведущий инженер ОКБ
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

Рассмотрены вопросы создания СВЧ приемников диапазонных МРЛС. Показано, что применение новых типов СВЧ усилителей и защитных устройств расширили возможности по улучшению диапазонных характеристик РЛС по нескольким наиболее важным параметрам.

Приведена типовая амплитудно-частотная характеристика циклотронного защитного устройства ЦЗУ в широком диапазоне частот, обеспечивая требуемое подавление паразитных СВЧ сигналов. Даны другие схемотехнические решения. Предложена рабочая схема антенно-приемо-передающего поста МРЛС с ФАР.

Ключевые слова: активная фазуруемая антенная решетка АФАР, электростатический усилитель ЭСУ, циклотронное защитное устройство ЦЗУ, циклотронно защищенный комплексированный усилитель ЦЗКУ, электростатический комплексированный усилитель ЭСКУ, автокомпенсатор помех АКП.

The article deals with the ultra-high frequency (UHF) receiver construction of the band multifunction radars.

There was shown that application of new UHF amplifiers: an electrostatic amplifier (EA), an UHF electronic integrated amplifier (UEIA), a cyclotron protected interconnected amplifier (CPIA) as well as the antijamming devices: a cyclotron protective device (CPD), electronic protection equipment (EPE) have enhanced the ability to improve radar band performance on several parameters.

There was presented a CPD typical amplitude-frequency characteristic in a wide frequency band providing the required suppression of UHF parasitic signals. Some other circuit solutions were proposed.

Keywords: active phased array (APA), electrostatic amplifier (EA), cyclotron protective device (CPD), interference auto-canceler (IA), cyclotron protective integrated amplifier (CPIA).

В статье рассмотрены вопросы построения СВЧ приемников диапазонных РЛС, которые должны отвечать ряду новых серьезных требований. Широкий частотный диапазон совместного действия в группировке, защиту своих входов от сильных проникающих воздействий, быструю электрическую перестройку по частотному диапазону, подавление преднамеренных и непреднамеренных электромагнитных помех, поступающих как по основному, так и по внеполосным каналам, скоординированное управление динамическим диапазоном усиления, а также другие конкретные задачи, исходя из класса РЛС. Электромагнитная совместимость РЛС, работающих в группировке, требует дополнительных мер помехозащиты с сохранением их работоспособности по остальным функциям. В статье рассматриваются эти меры.

Показаны различные схемные решения в СВЧ-приемниках, улучшающие характеристики ЭМС. Применение последних разработок МШУ СВЧ и быстродействующих защитных устройств на базе ЭСУ, ЭСКУ, ЦЗКУ, ЭЗУ, ЦЗУ значительно расширили возможности приемников РЛС различного назначения.

Рассмотрены и другие схемные решения, улучшающие характеристики диапазонных приемников, введение которых в структурную схему многоканального диапазонного СВЧ приемника оптимизирует работу МРЛС. Предлагаются варианты построения, выбор сетки рабочих частот и гетеродинов, высокой и последующих номиналов промежуточных частот.

В заключение показана схема семиканального диапазонного антенно-приемо-передающего поста моноимпульсной РЛС.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бартон, Д.** Развитие радиолокационных систем / Д. Бартон, С. Хилл // Microwave Journal. – 1985, June. – Vol. 28, № 6.
2. **Вейсблат, Н.В.** Коммуникационные устройства СВЧ на полупроводниковых диодах. – М.: Радио и Связь, 1987.
3. **Плешивцев, В.И.** СВЧ-приемники радиолокационных систем. – М.: Радиотехника, 2012.
4. **Будзинский, Ю.А.** Электростатические усилители/ Ю.А. Будзинский, С.П. Кантюк // Электронная техника, Техника СВЧ. Сер. 1. – 1993.
5. **Плешивцев, Ю.А.** Усовершенствование защиты и электромагнитной совместимости СВЧ-приемников для многоканальных активных фазированных антенных решеток / В.И. Плешивцев, Ю.А. Будзинский // Электромагнитные волны и электронные системы. – М.: Радиотехника, 2012. – № 4.

SPECIAL CONSTRUCTION FEATURES OF BAND MICROWAVE RECEIVERS OF MULTI-FUNCTION RADAR WITH A PHASED ARRAY AND AN ACTIVE PHASED ARRAY

V.I. Pleshivtsev

The paper describes questions of the UHF receiver construction of band multifunction radars which have to possess a number of significant requirements -

- a wide frequency band of joint action in a group;
- input defence from strong penetration action;
- quick electrical hopping on a frequency band;
- suppression of intended and unintended electromagnetic interference coming from both basic and outband channels;
- a coordinated control of the dynamic range of amplifying, and other particular tasks, depending on a radar type.

Electromagnetic compatibility of radars operating in a group requires the additional anti-jam actions, remaining their capacity for work on other functions. The article presents these actions.

There have been demonstrated different UHF receiver circuit solutions improving the electromagnetic compatibility performance.

Using the latest developments of a UHF low-noise amplifier and the fast-acting protection systems on the base of EA, UEIA, CPIA, EPE, CPD have increased greatly the opportunities of radar receivers of various applications.

Also there have been considered some other circuit solutions improving the band receiver performance to optimize the multifunction radar operation.

There have been proposed some construction versions, the selection of the operational frequency array and an oscillation of high and intermediate frequencies.

In conclusion the paper introduced a circuit of the seven-channel band transmit-receive station of a monopulse radar.

КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА АНАЛОГОВЫХ УСТРОЙСТВ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

© Авторы, 2014

А.В. Петраков, ведущий инженер НТЦ «Альтаир»,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

В.П. Шаров, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник НТЦ «Альтаир»,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

В.И. Мхатришвили, ведущий инженер НТЦ «Альтаир»,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

Определены требования к характеристике качества измерений контрольной и диагностирующей аппаратуры, работающей в реальном масштабе времени, с использованием преобразователей напряжение – частота. Дана оценка исправности аппаратуры и алгоритм работы контрольной и диагностирующей аппаратуры. Приведен пример реализации контрольной и диагностирующей аппаратуры на основе микросхемы преобразователя напряжение – частота AD654.

Ключевые слова: контроль, диагностика, ПНЧ, система, техническое состояние, качество измерений.

The requirements were defined to measurement quality characteristics of real time control and diagnostic equipment using the voltage – to – frequency converters. The equipment readiness estimation was given as well as the control and diagnostic equipment operation algorithm. An example was provided for the control and diagnostic equipment implementation based on the AD654 voltage – to – frequency converter chip.

Keywords: control, diagnostics, voltage-to-frequency converter, system, technical position, quality of measurement

Современные достижения в области науки и техники предусматривают внедрение более совершенных технических средств. Их внедрение основывается на широком использовании сложных автоматизированных систем и комплексов. При этом ставится задача обеспечить создание и освоение серийного выпуска не только самих технических систем, но и автоматических средств их контроля и диагностирования. В связи с этим разработка теоретических основ построения и контроля сложных технических систем приобретает особую актуальность и практическую значимость.

Исследование вопросов контроля технического состояния и диагностики сложных систем имеет ряд методологических особенностей, обусловленных главным образом тем, что теория систем и теория контроля развивались как самостоятельные научные направления. В данной статье определены требования к характеристике качества измерений контрольной и диагностирующей аппаратуры, работающей в реальном масштабе времени, с использованием преобразователей «напряжение – частота». Дана оценка исправности аппаратуры и алгоритм работы контрольной и диагностирующей аппаратуры. Приведен пример реализации контрольной и диагностирующей аппаратуры на основе микросхемы преобразователя «напряжение – частота» AD654.

В статье предложен новый метод оценки работоспособного состояния аналоговых устройств на основе ПНЧ. В качестве примера приведена схема контрольного и диагностирующего устройства источника питания. Этот метод диагностики и контроля осуществляется путем введения преобразователя измеряемого параметра в частоту, которая передается в вычислительную среду. Данный метод позволяет при минимальных аппаратных затратах контролировать исправность радиоэлектронной аппаратуры.

Можно полагать, что применение этого метода позволит при конструировании новых аналоговых изделий получать наиболее информативные измерения о состоянии объекта. В то же время новые возможности предоставляются без каких-либо существенных доработок.

ЛИТЕРАТУРА

1. **ГОСТ 20911-89.** Техническая диагностика. Термины и определения.
2. **Щербатов, Н.С.** Достоверность работы цифровых устройств. – М.: Машиностроение, 1989. – 224 с.
3. **Сапожникова, К.В.** Измерения контроль автоматизация: состояние, проблемы, перспективы / К.В. Сапожникова, М. Генри, Р.Е. Тайманов // Датчики и системы – 2006. – № 6. – С. 51–57.
4. **Тайманов, Р.Е.** Проблемы создания нового поколения интеллектуальных датчиков / Р.Е. Тайманов, К.В. Сапожникова // Датчики и системы. – 2004. – № 11. – С. 50–58.
5. **Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements.** – Switzerland, 1995.
6. **Генри, М.** Самоаттестующиеся датчики // Датчики и системы. – 2002. – №1. – С. 51 – 60.
7. **Henry, M.P.** The self – validating sensor: rationale, definitions and examples / M.P. Henry, D.W. Clarke // Control Engineering Practice. – 1993. – 1(4). – P. 585–610.
8. **Беннеттс, Р. Дж.** Проектирование тестопригодных логических схем: пер. англ. – М.: Радио и связь, 1990. – 176 с.
9. **Мэк, Р.** Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению; пер. с англ. – М.: Изд. дом «Додэка» – XXI», 2008. – 272 с.
10. **Головицына, М.В.** Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий – М.: Интернет – университет информационных технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 503 с.: ил., табл. – (Основы информационных технологий).
11. **А.С. № 2231922** СССР Аналогово-цифровой преобразователь / В.П. Шаров, Ю.А. Бобрович.
12. **Фолкенберри, Л.** Применение операционных усилителей и линейных ИС: пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 572 с.

REAL TIME CONTROL AND DIAGNOSTICS OF ANALOGUE DEVICES

A.V. Petrakov, V.P. Sharov, V.I. Mkhattrishvili

The requirements are defined to measurement quality of real time control and diagnostic equipment using voltage – to – frequency converters(VFC). The equipment readiness estimation is given as well as control and diagnostic operation equipment algorithm. An example was provided for control and diagnostic equipment based on the AD654 VFC.

The new method based on VFC is offered for estimation of analogue device readiness. As an example, a circuit of control and diagnosing device is given for a power supply. This method assumed the measured parameter to be converted into frequency and then introduced into computing environment. It allows supervising the electronic equipment serviceability with minimum hardware used.

Application of this method should allow more informative measurements of object condition while designing new analogue products, but requires minimum additional equipment.

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 681.3.062

РАЗВИТИЕ СПОСОБОВ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

© Авторы, 2014

И.С. Ковалис, аспирант,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва
E-mail: k_b_inga@mail.ru

Дается подробное описание всех парадигм программирования, используемых при разработке программного обеспечения систем управления. Отмечены достоинства и недостатки каждого подхода. В связи со значительным сокращением сроков изготовления образцов военной техники, а также растущей конкуренцией на рынке вооружения даётся обоснование необходимости перехода от процедурного программирования к проектированию, основанному на модели.

Ключевые слова: программное обеспечение, парадигма программирования, проектирование на основе модели, модельно-ориентированный подход к разработке, семейство программных продуктов.

In this paper all programming paradigms, which are used in software development of control systems, are presented. Advantages and disadvantages of every approach are pointed out. In connection with significant reduction of production time of defense technology specimen, and also increasing competition at arms market, an explanation of necessity of transition from structural programming to model driven engineering, is provided.

Keywords: software, programming paradigm, model driven engineering, Model driven architecture, software product line.

Развитие языков программирования и совершенствование технологий разработки программных продуктов внесли существенный вклад в эффективность разработки программного обеспечения (ПО). Постоянно возрастающая сложность и масштабы создаваемых систем требуют внедрения новых парадигм в области информационных технологий.

Под парадигмой программирования понимают способ написания компьютерной программы, основанный на математической теории или на логически связанном наборе принципов. Широкий круг задач, решаемых с помощью вычислительной техники, привёл к появлению различных парадигм программирования. Самые известные из них: императивная, функциональная, логическая и объектно-ориентированная. До 80-х годов прошлого столетия формализованным и повсеместно применяемым способом разработки программных продуктов оставалось структурное программирование, являющееся частью императивной парадигмы и процедурной технологии. В процедурных языках программа состоит из последовательности процедур, которые представляют собой набор действий, необходимых для получения конечного результата. Процедурные языки программирования стали широко использоваться при написании программ для систем управления. Но, дальнейший рост сложности и размеров разрабатываемого программного обеспечения потребовал развития структурирования данных. Стали постепенно выявляться недостатки структурного подхода. Первый заключается в неограниченности доступа функций к глобальным данным. Второй состоит в том, что разделение данных и функций, являющееся основой структурного подхода, плохо отображает картину реального мира - отделение данных от функций оказывается малоприменимым.

В 90-е годы прошлого столетия начали появляться публикации с критикой структурного подхода и описанием достоинств объектной декомпозиции. С появлением языков высокого уровня, таких как C++, Java, SmallTalk, у разработчиков появился альтернативный подход к написанию ПО – объектно-ориентированное программирование (ООП). ООП и присущие ему языки обеспечивают больший уровень абстракции, чем процедурные, а также они эффективнее процедурных.

Главным достоинством ООП является сокращение количества межмодульных вызовов и объёма передаваемой информации по сравнению со структурным программированием. Это достигается посредством отделения данных от подпрограмм их обработки, что позволяет вести практически независимую разработку отдельных частей (классов) программы. Многие компании в области разработки ПО для систем управления, в частности для военной техники, стали применять объектно-ориентированный подход.

При написании программ для систем управления комплексами ПВО объектно-ориентированный подход также имеет преимущества перед процедурным. ООП может проявить достоинства при написании подпрограммы, имитирующей воздушную обстановку, или при решении задачи целераспределения.

Несмотря на все достоинства ООП перед процедурным подходом, и эта технология подвержена критике на сегодняшний день. В процессе разработки сложных программных систем возникает необходимость выпускать серии программных продуктов, где каждое следующее техническое устройство или сложная система управления обладает улучшенными свойствами, либо приспособлена под требования конкретного заказчика. Объектно-ориентированный подход не даёт возможности собрать воедино все версии ПО и осуществлять управление разработкой всех проектов.

Самой успешно развивающейся парадигмой программирования на сегодняшний день является проектирование на основе модели MDE (сокр. от англ. model-driven engineering). Главной целью подхода является организация процесса разработки ПО в виде семейства программных продуктов PLA (сокр. от англ. product line architecture). Разработка приложения при таком подходе осуществляется компоновкой постоянно используемых компонентов со специализированными, созданными по изменённым требованиям заказчика, или в соответствии с иным аппаратным обеспечением компонентами.

Многие организации, занимающиеся выпуском серий программных продуктов, успешно применяют этот подход. Примером являются канадский производитель телекоммуникационного оборудования Nortel, американский поставщик оборонных заказов военного ведомства США компания Raytheon, производитель военных и гражданских самолётов Boeing, которые существенно улучшили процесс разработки. Подобные работы появляются и на промышленных предприятиях, а также в НИИ в нашей стране.

Проектирование ПО на основе модели (MDE) может существенно улучшить процесс разработки новых систем управления на оборонных предприятиях, в частности, в сфере ПВО.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Roy, P.V.** Programming Paradigms for Dummies: What Every Programmer Should Know // New Computational Paradigms for Computer Music, IRCAM/Delatour France, 2009.
2. **Dahl O.-J.**, C. A. R. Hoare, Dijkstra, E.W. Academic Press, London and New York, 1972.
3. **Jobling C.P.** Object-oriented Programming in Control System Design: a Survey / C.P. Jobling, P.W. Grant, H.A. Barker, P. Townsend // Automatica (Journal of IFAC), 1994. – Vol. 30. – P. 1221–1261,
4. **Лафоре, Р.** Объектно-ориентированное программирование в C++. Классика Computer Science. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 928 с.
5. **Chidamber, S.R.** A Metrics Suite for Object Oriented Design / S.R. Chidamber, C.F. Kemerer // IEEE Transactions on Software Engineering, 1994. – Vol. 20. – N. 6.
6. **Shyam, R.C.** Managerial Use of Metrics for Object-Oriented Software: An Exploratory Analysis / R.C. Shyam, D.P. Darcy, C.F. Kemerer // IEEE Transactions on Software Engineering, 1998. – Vol. 24. – N. 8.
7. **Tang, M.-H.** An Empirical Study on Object-Oriented Metrics / M.-H. Tang, M.-H. Kao, M.-H. Chen // IEEE Proceedings of the Sixth International Symposium on Software Metrics, 1998.
8. **Henery, S.M.** Evaluation of the maintainability of object-oriented software / S.M. Henery, M. Humfrey, J.A. Lewis // Proceedings of Conference on Computer and Communication Systems, 1990. Vol. 1. – P. 404–409.
9. **Lewis, J.A.** An Empirical Study of the Object-Oriented Paradigm and Software Reuse / J.A. Lewis, S.M. Henry, D.G. Kafura, R.S. Schulman // OOPSLA, 1991. – P. 184–196.
10. **Ahmad, A.** A Measurement Based Comparative Evaluation of Effectiveness of Object-Oriented Versus Conventional Procedural Programming Techniques and Languages // IEEE APSEC, Computer Society, 2002. – P. 517–526.
11. **Meeson, R.** Object-Oriented - No Panacea For Safety // IEEE Proceedings of the Eleventh Annual Conference on Computer Assurance, 1996. – P. 171–175.
12. **Gonzalez, N. A.** Migrating Software from Procedural to Object-Oriented Architecture / N.A. Gonzalez, C. Czarnecki, S. Pidaparthy // IEEE Systems, Man, and Cybernetics, 1998. – Vol.5. – P. 4872–4877.
13. **Douglas, C.S.** Model-Driven Engineering // IEEE Computer, 39(2), 2006.
14. **France, R.** Model-Driven Development of Complex Software: A Research Roadmap / R. France, B. Rumpe // Workshop on the Future of Software Engineering, 2007. – P. 37–54.

15. **Deursen, A.V.** Domain-specific languages: An annotated bibliography / A.V. Deursen, P. Klint, J. Visser // ACM SIGPLAN Notices, 35, 2000. – P. 26-36.
16. **Кузнецов, С.** Обещания и просчеты UML 2.0 // Открытые системы. 2006. – № 2. – С. 75–79.
17. **Dikel, D.** Applying Software Product-Line Architecture / D. Dikel, D. Kane, S. Ornburn // Computer Society. – 1997. – Vol. 30. – N. 8.
18. **Clements, P.C.** Software Product Lines: A New Paradigm for the New Century // CrossTalk, 1999. – P. 21–23.
19. **Brownsword, L.** A Case Study in Successful Product Line Development / L. Brownsword, P.C. Clements // CMU/SEI-96-TR-016. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1996.
20. **Clements, P.** Software Product Lines: Practices and Patterns / P. Clements, L. Northrop // Reading, MA: Addison-Wesley, 2002.
21. **Шошмина, И.В.** Проектирование программных бортовых систем управления с поддержкой верификации, Модел. и анализ информ. систем., 17:4 (2010). – С. 125–136.
22. **Алимов, Д.** Повышение эффективности за счет проектирования на основе моделей и автоматической генерации кода, «ИСУП», 2011. – № 1(31).

EVOLUTION OF SOFTWARE PRODUCT DEVELOPMENT METHODS IN CONTROL SYSTEMS

I.S. Kovalis

Evolution of programming languages and improvement of software product development technologies made significant contribution to effectiveness of software development. Constantly increasing complexity and rates of developing systems require adoption of new paradigms in information technologies sphere.

Programming paradigm usually means a way of development of a computer program, which is based on mathematic theory and logically related number of concerns. Wide range of problems, which are solving by the instrumentality of computer engineering, led to emergence of different programming paradigms. The most famous: imperative, functional, logical, object-oriented paradigms. Prior to the 80s of last century, structural programming had been a formalized and widespread way of development of software products; it is also a part of imperative paradigm and procedural technology. In procedural languages a program consists of a sequence of procedures, which correspond to set of operations, needed for final result. Procedural programming languages had been extensively used for development programs for control systems. But, further expanding complexity and sizes of developed software, required evolution of data structuring. Shortcomings of procedural approach have been gradually emerged. The first shortcoming consists of unlimited access of functions to global data. The second one points out that, separation of concerns and functions, presented the basis of structural approach, badly expresses the representation of real world – separation data from functions turn to be not really usable.

In 90s of the last century published works with criticism of structural approach and description of object decomposition began to emerge. With the appearance of high level languages, such as C++, Java, SmallTalk, developers have acquired an alternative approach for software development – object-oriented programming (OOP). OOP and concern languages provide greater abstraction level, than procedural's, and also they are more effective.

The main advantage of OOP is reduction of number of intermodal calls and transinformation content in comparison with structural programming. It's gained by separation of data from their processing subprograms; this fact allows leading practically independent development of separate parts (classes) of a program. Many software companies, working at controls systems, particularly in military sphere, have begun to apply object-oriented approach.

Object-oriented approach has also advantages before procedural one in development of software for control systems. OOP could express its benefits in development of a subprogram, modeling an air situation, or in solving a target assignment task.

Despite all advantages of OOP before procedural approach, this technology is being criticized nowadays. During development of complex programming systems it's necessary to bring out series of programming products, in which every next technical device or complex control system possesses improved properties, or is complied with customer requirements. Object-oriented approach doesn't provide an opportunity to assemble together all software versions and to control the project development process.

These days the most success programming paradigm is model-driven engineering (MDE). The main purpose of the approach is to organize the software development process in product line architecture (PLA). In this way the development is carried out by arranging constantly used components with specialized, dedicated to changed customer requirements, or developed in accordance with other hardware components.

Many organizations, which produce series of program products, successfully apply this approach. The examples are Canadian telecommunications and data networking equipment manufacturer Nortel, major American defense contractor Raytheon, global military and civil aircraft manufacturer Boeing. These companies significantly improved their development process. Similar works are emerging in manufacturing enterprise and research institute in our country.

Model-driven engineering could significantly improve new control systems development process in defensive enterprises, particularly in anti-aircraft sphere.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

УДК 623.764

РАЗВИТИЕ ПРОГРАММЫ РАЗРАБОТКИ, ПРОИЗВОДСТВА И РАЗВЕРТЫВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРО AEGIS ASHORE

© Авторы, 2014

М.В. Жестев, кандидат технических наук,
помощник генерального конструктора,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

В.И. Счастный

В.А. Козяровская, ведущий аналитик отдела НИО,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва
E-mail: v.kozarovska@mail.ru

Рассматривается состояние работ, проводимых Агентством ПРО США, по программе создания и развертывания новых комплексов противоракетной обороны AEGIS ASHORE наземного (берегового) базирования на авиабазе Девеселу в Румынии, на территории ракетного испытательного полигона Barking Sands (шт. Гавайи) и в перспективе на авиабазе Редзиково в Польше.

Ключевые слова: противоракетная оборона (ПРО), поэтапная адаптивная программа, европейская система ПРО, верхний эшелон.

The article views the program status of the new ground-based AEGIS ASHORE BMD system which Missile Defense Agency (MDA) develops for deploying on Deveselu air force base in Romania, on Barking Sands missile test range, Hawaii and in prospect on the Redzikovo air force base in Poland.

Keywords: ballistic missile defense (BMD), phased adaptive approach (PAA), European BMD, upper layer.

В рамках реализации поэтапной адаптивной программы развертывания эшелонированной системы ПРО в Европе ЕРАА (European Phased Adaptive Approach), предложенной в 2009 году администрацией президента США Б. Обамы, Агентство ПРО министерства обороны США представило отчет о состоянии работ и скорректированный график по созданию комплексов ПРО AEGIS ASHORE наземного (берегового) базирования, которые, как предполагается, станут ключевым компонентом верхнего эшелона европейской системы ПРО к 2018 году.

В настоящее время ведутся работы по строительству стартовых позиций и подготовке оборудования для двух комплексов AEGIS ASHORE, один из которых предназначен для развертывания в 2015 году в Румынии и выполнения оперативных задач в составе европейской системы ПРО. Строительство и развертывание второго комплекса AEGIS ASHORE Агентство ПРО ведет на Гавайских островах (территория ракетного испытательного полигона Barking Sands, шт. Гавайи) с целью проведения стрельбовых испытаний и проверки боевых возможностей новой создаваемой системы ПРО.

Планы создания третьего берегового комплекса ПРО AEGIS ASHORE, предназначенного для развертывания на авиабазе Редзиково в Польше к 2018 году, еще до конца не согласованы, в связи с чем предполагается, что строительство данного комплекса начнется не ранее 2015 года, однако закупка оборудования для его строительства запланирована уже на январь 2014 года.

Планируется, что система ПРО AEGIS ASHORE станет наземным компонентом и составной частью региональной эшелонированной системы ПРО в Европе, предназначенной для перехвата тактических баллистических ракет (БР) и БР средней дальности на среднем участке траектории их полета.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Missile Defense** Agency FY 2014 Military Construction, Defense-Wide, Office of the Under Secretary of Defense, URL:http://comptroller.defense.gov/defbudget/fy2014/budget_justification/pdfs/07_Military_Construction/10-Missile_Defense_Agency.pdf.
2. «**Missile defense**: Opportunity to Refocus on Strengthening Acquisition Management», Report to Congressional Committees, United States Government Accountability Office, April 2013, URL: <http://www.gao.gov/assets/660/654233.pdf>.
3. «**Defense acquisitions**: Assessments of Selected Weapon Programs», Report to Congressional Committees, United States Government Accountability Office, March, 2012. – P. 51, URL: <http://www.gao.gov/assets/590/589695.pdf>
4. «**Ballistic Missile** Defense Update», VADM J.D. Syring, USN Director, Missile Defense Agency, February 22, 2013 URL:<http://mostlymissiledefense.files.wordpress.com/2013/06/bmd-update-syring-february2013.pdf>.
5. «**Aegis Ashore** system heading for Hawaii flight tests» IHS Jane's Navy International, July 11, 2013 URL: <http://www.janes.com/article/24496/aegis-ashore-system-heading-for-hawaii-flight-tests>.
6. «**Inside Aegis** Ashore», USNI News, Editor, August 8, 2013, URL: http://news.usni.org/2013/08/08/inside-aegis-ashore?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=inside-aegis-ashore.

AEGIS ASHORE PROGRAM CURRENT STATUS: DEVELOPMENT, PRODUCTION AND DEPLOYMENT

M V. Zhestev, V.I. Schastny, V.A. Kozyarovskaya

According to the «European Phased Adaptive Approach» program which was offered by the Obama administration in 2009, Missile Defense Agency (MDA) issued a report on program status of the ground-based missile defense AEGIS ASHORE weapon system that is expected to become a key component of the European BMD upper layer by 2018.

Currently two sites for AEGIS ASHORE systems are being built, one of which is for deployment in Romania by 2015 as part of the European BMD. MDA has started to build the second AEGIS ASHORE site at the missile test range Barking Sands, Hawaii to hold flight tests there and to check system performance.

The plans to start building the third AEGIS ASHORE BMD system assigned for deployment on Redzikovo air force base in Poland by 2018 are not approved yet. The building is expected to start not earlier than in 2015, but the delivery of the system components is planned on January 2014.

AEGIS ASHORE BMD system is expected to become the ground-based component and the upper layer of the European BMD system which is designed to intercept short and medium range ballistic missiles in the midcourse phase of their trajectory.

СОЗДАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НОВОЙ ЗЕНИТНОЙ РАКЕТНОЙ СИСТЕМЫ MEADS

© Авторы, 2014

В.В. Жестков, заместитель начальника Управления по организации НИОКР,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

В.И. Счастный

В.А. Козьярковская, ведущий аналитик отдела НИО,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва
E-mail: v.kozarovska@mail.ru

Рассматривается состояние работ по программе создания США совместно с Германией и Италией перспективного комплекса ПВО MEADS, основные компоненты ЗПК, а также перспективы его дальнейшего боевого использования.

Ключевые слова: зенитный ракетный комплекс (ЗПК), научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), испытания, противовоздушная оборона (ПВО).

This article views the current program status of the new MEADS weapon system which is co-developed by the US, Germany and Italy, its characteristics, architecture and prospects of deployment.

Keywords: surface-to-air missile system (SAMS), research and development (R&D), tests, anti-air warfare (AAW).

Конгресс США полного состава одобрил законопроект, гарантирующий выделение в 2013 финансовом году 380 млн долларов на программу MEADS, что позволит завершить разработку системы и продемонстрировать боевые возможности нового ЗПК в ходе проведения испытаний, избежать аннулирования уже заключенных с подрядчиками контрактов, а также не допустить негативных последствий в отношениях со своими союзниками по блоку НАТО и экономических санкций, связанных с планировавшимся ранее выходом США из данного проекта.

Головными подрядчиками в реализации программы MEADS являются американская компания Lockheed Martin и германо-итальянский концерн MBDA.

В отличие от устаревающей системы PATRIOT, ЗПК MEADS будет способен обеспечивать круговую оборону войск и объектов меньшими силами. Кроме того, значительно возрастет скорость его оперативного развертывания в зоне боевых действий.

При этом, по оценкам Главного бюджетно-контрольного управления правительства США GAO (Government Accountability Office), общая стоимость программы MEADS по состоянию на март 2013 года уже достигла суммы 3325,5 млн долларов, в которую включены средства, выделенные совместно США, Германией и Италией. Ранее планируемый объем финансирования разработки оценивался в 4,2 млрд долларов.

Комплекс MEADS включает в себя шесть основных компонентов: мобильную обзорную РЛС, мобильную многофункциональную РЛС (МФРЛС), мобильный пункт боевого управления (ПБУ), оснащенный системой оперативного управления, связи и информации ВМС4И (Battle Management, Command, Control, Communications, Computers, and Intelligence), сертифицированную противоракету (ПР) PAC-3 MSE (Missile Segment Enhancement), пусковые установки (ПУ) и транспортно-заряжающие машины (ТЗМ).

ЛИТЕРАТУРА

1. «**Defense Acquisitions:** Assessments of Selected Weapon Programs», Report to Congressional Committees, United States Government Accountability Office, March, 2013. – P. 146, URL: <http://www.gao.gov/assets/660/653379.pdf>
2. «**Medium Extended** Air Defense System (MEADS)», Missile Threat, George C. Marshall and Claremont Institutes, URL: <http://missilethreat.com/defense-systems/medium-extended-air-defense-system-meads/?country=germany#germany>
3. «**Beyond Patriot?** The Multinational MEADS Air Defense Program». Defense Industry Daily. April 1, 2013. URL: www.defenseindustrydaily.com/34b-development-contract-signed-for-meads-0639
4. «**About MEADS**». *Medium Extended Air Defense System (MEADS)*. Oct 26, 2012. URL: <http://meads-amd.com/about-meads/>.
5. «**Medium Extended** Air Defense System». Lockheed Martin, 2012. Oct 26, 2012. URL: www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed/data/mfc/pc/medium-extended-air-defense-system-meads/mfc-meads-pc.pdf
6. «**About MEADS**», MBDA Missile Systems, URL: <http://www.mbdasystems.com/products/gbad/meads/6/>

MEADS – NEW SURFACE-TO-AIR MISSILE SYSTEM: DEVELOPMENT AND PROSPECTS

V.V. Zhestkov, V.I. Schastny, V.A. Kozyarovskaya

The US Congress has approved 380 million dollars for MEADS program in 2013. This will allow finishing the development of the weapon system and demonstrating its characteristics during flight tests. Also the funding will maintain signed agreements with contractors, will help to keep good relationship with NATO allies and avoid economic sanctions, which are provisioned if the US abandons the project.

The American Lockheed Martine Corp. and German-Italian MBDA group are the prime contractors in the MEADS program.

Comparing to the legacy PATRIOT anti-air warfare system SAMS MEADS will provide 360 degree coverage to defend troops while taking less fire units. Furthermore, it will be able to deploy faster in the operation area.

According to the GAO (Government Accountability Office) assessment the total cost of MEADS program amounts to 3,325 billion dollars which include funds from the US, Germany and Italy. Earlier the cost was estimated to achieve 4,2 billion dollars.

MEADS SAMS includes 7 main components: Multifunction Fire Control Radar; Surveillance Radar; Battle Management, Command, Control, Communications, Computers, and Intelligence (BMC4I) Tactical Operations Center; Certified Missile Round (PAC-3 Missile and canister); Launcher; and Reloaders.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЛС ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА ТНААД ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРО США

© Авторы, 2014

В.В. Жестков, заместитель начальника Управления по организации НИОКР,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

В.И. Счастный

В.А. Козяровская, ведущий аналитик отдела НИО,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва
E-mail: v.kozarovska@mail.ru

Рассматриваются планы министерства обороны США по обеспечению дополнительной информационной поддержке существующих и планируемых к развертыванию систем ПРО – как морского, так и наземного базирования путем использования РЛС AN/TPY-2 в режиме передового базирования.

Ключевые слова: радиолокационная станция (РЛС), противоракетная оборона (ПРО), сопровождение цели.

The article views the Department of Defense plans on providing additional information support to the current and future sea-based and ground-based BMD systems by using AN/TPY-2 radar in forward based mode.

Keywords: radar, ballistic missile defense (BMD), tracking.

В настоящее время специалисты Агентства ПРО Министерства обороны США и компаний-разработчиков стратегической и региональных систем ПРО США сталкиваются со значительными трудностями при организации информационного обеспечения огневых средств данных систем.

В этой связи Агентство ПРО США в качестве дополнительной информационной поддержки существующих и планируемых к развертыванию стратегических и региональных систем ПРО как морского, так и наземного (берегового) базирования предложило использовать РЛС AN/TPY-2 в режиме передового базирования FBM (Forward Based Mode), считая эту систему наиболее оптимальной и технически соответствующей выполнению задач ПРО на ближайшую перспективу.

Многофункциональная РЛС AN/TPY-2, разработанная компанией Raytheon, может изготавливаться в двух вариантах исполнения: AN/TPY-2 TBM (Terminal-Based Mode) – для работы по целям на конечном участке траектории полета в составе комплекса ТНААД, или в варианте AN/TPY-2 FBM (Forward-Based Mode), предназначенном для информационной поддержки как стратегической национальной системы ПРО США, так и региональных (объектовых) систем ПРО морского и наземного (берегового) базирования.

Радиолокаторы AN/TPY-2 в обоих вариантах исполнения (TBM и FBM) обеспечивают решение таких задач как обзор воздушно-космического пространства, поиск, обнаружение и сопровождение целей, выдача координат цели в соответствии с постоянно уточняющимися данными о траектории полета цели для наведения противоракеты, классификация (определение типа цели) и первичная селекция целей, а также оценка результатов перехвата для принятия решения о задействовании дополнительных противоракет или эшелонов интегрированной системы ПРО для гарантированного уничтожения цели.

Так как концепция сетевой системы обнаружения и сопровождения целей предполагает развертывание РЛС передового базирования в непосредственной близости от районов запуска БР, Агентство ПРО США всячески инициирует подписание новых контрактов на поставку и развертывание систем AN/TPY-2 в союзные США государства.

Таким образом, военно-политическое руководство США взяло курс на развертывание в Европе и в дружественных Вашингтону странах по всему миру сети мобильных РЛС передового базирования AN/TPY-2 FBM с целью их интеграции с другими радиолокационными средствами в единую сетевую систему обнаружения и сопровождения целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. «**Making Sense** of Ballistic Missile Defense: An Assessment of Concepts and Systems for U.S. Boost-Phase Missile Defense in Comparison to Other Alternatives», National Research Council of National Academies, 2012 URL: <http://timemilitary.files.wordpress.com/2012/09/nrc-bmd-report-2012-09.pdf>
2. «**Sensors**», Director of Operational Test and Evaluation FY2012 Annual Report, URL: <http://www.dote.osd.mil/pub/reports/FY2012/pdf/bmds/2012sensors.pdf>
3. «**About Army/Navy Transportable Radar Surveillance**», Missile Threat, George C. Marshall and Claremont Institutes, URL: <http://missilethreat.com/defense-systems/army-navytransportable-radar-surveillance-antpy-2/?country=united-states#united-states>
4. «**Army Navy/Transportable Radar Surveillance (AN/TPY-2)**», Raytheon Missile Systems, URL: <http://www.raytheon.com/capabilities/products/antpy2/index.html>
5. «**Ballistic Missile** Defense: Radar Range Calculations for the AN/TPY-2 X-Band and NAS Proposed GBX Radars», George Lewis and Theodore Postol, September 21, 2012, URL: <http://mostlymissiledefense.com/2012/09/21/ballistic-missile-defense-radar-range-calculations-for-the-antpy-2-x-band-and-nas-proposed-gbx-radars-september-21-2012/>

THAAD RADARS ARE TO BE USED FOR THE US STRATEGIC AND REGIONAL BALLISTIC MISSILE SYSTEMS SUPPORT

V.V. Zhestkov, V.I. Schastny, V.A. Kozyarovskaya

Missile Defense Agency (MDA) and development contractors of the strategic and regional BMD systems now face serious difficulties in providing information support for their interceptors.

Therefore MDA has offered to use AN/TPY-2 radar in forward based mode for additional information support to the current and future BMD systems. MDA specialists consider this radar to be appropriate for BMD missions in the nearest future.

Raytheon AN/TPY-2 multifunctional radar has two primary modes: AN/TPY-2 TBM (Terminal-Based Mode) for BMD missions at terminal phase as part of THAAD system and AN/TPY-2 FBM (Forward-Based Mode) for information support as part of national GMD system or sea-based and ground-based regional AEGIS systems.

AN/TPY-2 radars in both modes (TBM and FBM) provide air and space surveillance, search, detecting and tracking. The radar also provides continuous data update on target's trajectory for cueing an interceptor, targets identification and discrimination. It enables the kill assessment for making a decision if any more interceptors or system are needed to engage a target.

Since the netting sensor system concept implies forward based radar deployment in close proximity to the missile launch area MDA encourage signing new contracts for AN/TPY-2 radars delivery and deployment on the territory of the allied nations.

Thus, Department of Defense takes steps to deploy of AN/TPY-2 FBM mobile radars in all the key regions and integrate them with other sensor systems within the common global sensor network.

СОЗДАНИЕ БОЕВЫХ ЛАЗЕРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВМС США

© Авторы, 2014

В.В. Жестков, заместитель начальника Управления по организации НИОКР,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

В.И. Счастный

В.А. Козяровская, ведущий аналитик отдела НИО,
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва
E-mail: v.kozarovska@mail.ru

Рассматриваются планы министерства обороны США по разработке новых технологий создания оружия направленной энергии, включая программу разработки прототипа компактной лазерной установки на свободных электронах FEL и программу создания прототипов боевых систем на основе твердотельных лазеров SSL.

Ключевые слова: боевая лазерная система, оружие направленной энергии (ОНЭ), твердотельные лазеры, лазеры на свободных электронах.

The article views the Department of Defense plans to develop new direct energy weapon technologies including the weapon system programs that are based on FEL (Free Electron Laser) and SSL (Solid State Laser) technologies.

Keywords: laser weapon system, direct energy weapon, solid state laser (SSL), free electron laser (FEL).

Согласно бюджетным документам Министерства обороны США, в 2014 финансовом году планируется выделение в общей сложности 364,0 млн долларов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по всем программам, в рамках которых создаются лазерные системы с целью решения широкого круга задач.

Из данных средств запрос ВМС США на разработку технологий создания оружия направленной энергии (ОНЭ), включая программу разработки прототипа компактной лазерной установки на свободных электронах FEL (Free Electron Laser) и программу создания прототипов боевых систем на основе полупроводниковых лазеров SSL (Solid State Laser) с целью их дальнейшего развертывания на боевых надводных кораблях, составил 40,4 млн долларов.

Финансовые средства в 2014 году также будут выделены на разработку компонентов, необходимых для проведения успешных испытаний лазерной установки FEL мощностью 100 кВт, что в дальнейшем позволит масштабировать установку FEL в боевой лазер с мощностью, измеряемой в мегаваттах, а также уменьшить габариты установки FEL, что, в свою очередь, позволит установить данный тип лазера на различных боевых надводных кораблях ВМС США.

Кроме того, будет продолжена разработка таких технологий, как технология создания системы управления лазерным пучком в морских условиях, систем целеуказания и других подсистем лазерной установки, которая будет способна решать задачи ВМС по борьбе с небольшими судами, группами малогабаритных БЛА, а также другими средствами разведки, наблюдения и рекогносцировки, используемые противником. Целью данных работ является разработка прототипов боевых систем, основанных на твердотельных лазерах.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Navy Shipboard Lasers for Surface, Air, and Missile Defense: Background and Issues for Congress», Ronald O'Rourke, Congressional Research Service, June 27, 2013, URL: <http://www.fas.org/sgp/crs/weapons/R41526.pdf>.
2. «Department of Defense FY 2014 President's Budget, RDT&E Programs (R-1)», Office of the Under Secretary of Defense, April 2013, URL: http://comptroller.defense.gov/defbudget/fy2014/fy2014_r1.pdf.
3. «Wanted: companies able to design beam controllers for future high-energy laser weapon», Military and Space Electronics, URL: <http://www.militaryaerospace.com/articles/2013/08/helmd-beam-controller.html>.
4. «Лазерное оружие против беспилотников», Лазерный портал, URL: http://laser-portal.ru/content_883.

LASER WEAPON SYSTEM DEVELOPMENT FOR THE US NAVY

V.V. Zhestkov, V.I. Schastny, V.A. Kozyarovskaya

In the fiscal year 2014 budget The Department of defense requested \$364.0 million for high energy laser research and development programs under which military laser systems are developed for wide range of missions.

The Navy's proposed FY2014 budget requests \$40.4 million for research and development work on directed energy technologies, including the FEL (Free Electron Laser) Prototype program and SSL systems for further deployment on the US Navy surface combat ships.

The funding will be emitted for the development of components which are needed for successful testing of the 100 kW FEL, to support the scale up of the 100 kW FEL into a megawatt class weapon, and to reduce the overall footprint of the system to support the eventual ship integration of the FEL weapon system.

In addition, there will be continued the development of technologies for maritime beam director, targeting and laser sub-systems, which are capable of supporting future Navy missions to defeat small boat swarms, UAV swarms, and provide potential Intelligence, Surveillance and Reconnaissance means disruption and/or defeat. This work supports future prototype developments which are based on solid staty laser technologies.