

# ВЕСТНИК

## ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ

Научно-технический рецензируемый журнал

Выпуск № 2 (2), 2014 г.

### СОДЕРЖАНИЕ

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

П.А. Созинов, д-р техн. наук, профессор

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:**

В.М. Алдошин, д-р техн. наук, профессор

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:**

Д.А. Леманский, канд. техн. наук, доцент

**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. Пармонов, 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

Технический редактор С.А. Лукина  
Корректор Е.В. Карпова, Н.С. Умникова  
Компьютерная верстка Е.В. Жукова

☎ редакции (499) 940-02-22 доб. 70-19, 16-00  
E-mail: aspirantura@gskb.ru

► **Проблемные вопросы построения систем и средств ВКО**

**А.Б. Игнатьев**

*30-летний юбилей «Ладоги»* ..... 7

**А.Р. Бестугин, А.В. Володягин, А.Д. Филин, Ю.Г. Шатраков**

*Электронные полигоны для организации тактической подготовки летного и командного состава ВВС РФ* ..... 16

► **Исследования в сфере проектно-конструкторских и технологических работ**

**В.В. Неманежин, В.К. Шнырев**

*Техническое обеспечение связи и АСУ в подвижных узлах связи и унифицированных мобильных комплексах средств автоматизации воздушно-космической обороны* ..... 24

**А.Н. Бруевич**

*Оценка времени переключения фазы с помощью амплитудного детектора* ..... 33

**И.А. Кирьянов**

*Декодирование кодов с малой плотностью проверок на четность по алгоритму «Belief propagation» с аппроксимацией* ..... 40

► **Прикладные задачи применения информационных технологий**

**А.В. Егоров, М.Д. Фомин**

*Методический подход в оценке трафика обмена информацией между программно-техническими комплексами* ..... 48

**А.В. Егоров, М.Д. Фомин**

*Обоснование структуры компьютерной сети программно-технических комплексов* ..... 55

Вестник воздушно-космической обороны:  
Научно-технический журнал/  
ОАО ГСКБ «Алмаз-Антей», 2014 г.  
№ 2 (2). С. 1–114

Подписано в печать 23.06.2014 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  
«Главное 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**

## ► Первая Всероссийская научно-техническая конференция «Расплетинские чтения»

### Секция «Зенитные ракетные системы и средства»

**Е.С. Баранкин, Л.Н. Костяшкин, А.Н. Блохин, С.И. Муравьев**

*Оптико-электронные системы как средство повышения эффективности применения ЗРК малого и среднего радиуса действия* ..... 59

**Т.И. Градова**

*Оценка электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств ЗРК* ..... 66

**В.А. Каримов, Е.В. Кузнецов**

*Выбор способа управления маневренным беспилотным летательным аппаратом по результатам моделирования аэродинамических характеристик* ..... 71

**А.К. Красников, Е.С. Новиков, Н.С. Щербаков**

*Система поддержки принятия решений при организации противоздушной обороны корабельного соединения* ..... 77

**В.Л. Криволапов, А.Ф. Страхов**

*Адаптивные мобильные комплексы технического обслуживания и ремонта существующих и перспективных ВВТ ПВО (ВКО), включая ЗРС* ..... 82

**И.В. Морозова, В.И. Садчиков,**

*Метод моделирования динамики несвободного движения механической системы связанных твердых тел при разделении* ..... 88

**А.М. Павлов**

*Методика сопровождения и модернизации ПО ЦВС КП ЗРК* ..... 93

**Д.А. Равдин, К.О. Колесников, И.В. Сисигин, Ю.В. Сушин**

*Методика моделирования отраженных сигналов от сложных объектов на основе приближения Гюйгенса-Френеля* ..... 100

**М.Н. Селуянов**

*Совершенствование аппаратуры стартовой автоматики ЗРК большой и малой дальности надводных кораблей* ..... 104

**М.Н. Селуянов**

*Методы и средства повышения достоверности контроля корабельных ЗРК для обеспечения безопасного старта ЗУР* ..... 109

---

## CONTENTS

### ► Problematic issues of system and means development of aerospace defense

**A.B. Ignatyev**

*The 30-year anniversary of «Ladoga»* ..... 7

**A.R. Bestugin, A.V. Volodyagin, A.D. Filin, Y.G. Shatrakov**

*The electronic target range for the aircrew and commander tactical training of the russian air force* ..... 16

## ► Research and development investigations

### **V.V. Nemanzhin, V.K. Shnyrev**

*Technical maintenance of communication and automatic control systems in the mobile communication hubs and in the mobile unified complexes of automation means of aerospace defense*..... 24

### **A.N. Bruevich**

*Evaluation of the phase switching time, using an amplitude detector*.....33

### **I.A. Kirianov**

*Decoding the low-density parity-check codes by the belief propagation algorithm with approximation*.....40

## ► Application tasks of information technology employment

### **A.V. Egorov, M.D. Fomin**

*The methodological approach in the traffic estimation of data exchange between hardware and software complexes (HSC)*.....48

### **A.V. Egorov, M.D. Fomin**

*Justification of the of the computer network structure of the software and hardware complexes (SHC)* ..... 55

## ► The I all - Russia scientific and technical conference «Raspletin readings»

### **Workshop «Air defense missile weapon systems and means»**

#### **E.S. Barankin, L.N. Kostyashkin, A.N. Blokhin, S.I. Muravyev**

*The optoelectronic systems as means of the efficiency increasing of the short/medium-range anti-aircraft missile system application* ..... 59

#### **T.I. Gradova**

*The electromagnetic compatibility assessment of radio-electronic means of anti-aircraft missile system (AMS)*..... 66

#### **V.A. Karimov, E.V. Kuznetsov**

*Sampling the control method of the maneuverable pilotless aircraft by the results of aerodynamic modeling*..... 71

#### **A.K. Krasnikov, E.S. Novikov, N.S. Scherbakov**

*Decision making support system in the time of the air defense organizing of the ship uniting*..... 77

#### **V.L. Krivolapov, A.F. Strakhov**

*The adaptive mobile maintenance and repair complexes of existing and promising weapons and military equipment of air defense (aerospace defense), including the air defense missile weapon systems (ADMWS)*.....82

#### **I.V. Morozova, V. I. Sadchikov**

*The dynamics modeling method of restricted motion of a mechanical system of the connected solid bodies at the separating*.....88

#### **A.M. Pavlov**

*The method of software maintenance and upgrading of the command center (CC) digital computing system (DCS) of anti-aircraft missile system*.....93

**D.A. Ravdin, K.O. Kolesnikov, I.V. Sisigin, Yu.V. Sushin**

*The modeling technique of the echo signals from the complex objects on the basis of Huygens-Fresnel principle.....* 100

**M. N. Seluyanov**

*The equipment improvement of launching controls of the surface ship (SS) long / short range anti-aircraft missile system (AMS).....* 104

**M. N. Seluyanov**

*Methods and means of increasing certainty of the ship anti-aircraft missile system (AMS) control to provide safe takeoff of the ground-to-air missile (GAM).....* 109

## **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;
- заявление о передаче права на публикацию\*;
- 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.**

## \*Заявление о передаче права на публикацию

Мы, нижеподписавшиеся, \_\_\_\_\_ авторы статьи \_\_\_\_\_,  
(Ф.И.О. всех авторов)

представляем ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей» безвозмездную простую (неисключительную) лицензию на публикацию статьи в журнале «Вестник воздушно-космической обороны» как в печатной, так и в электронной версии журнала за счет ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей».

Мы подтверждаем, что данная публикация не нарушает интеллектуальных прав других лиц или организаций.

ПОДПИСИ АВТОРОВ:	
_____ (подпись) _____ (ФИО)	паспорт серия _____ № _____ выдан _____
«    » _____ 2014 г.	дата выдачи _____ дата рождения _____ адрес регистрации _____

## *Уважаемые читатели!*

Начиная с текущего номера журнала мы начинаем публикацию материалов Первой Всероссийской научно-технической конференции «Расплетинские чтения».

Конференция была проведена в период с 29 по 31 января 2014 года на базе ОАО «Головное системное конструкторское бюро Концерна ПВО «Алмаз-Антей» имени академика А.А. Расплетина» (ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей»).

Свое название конференция получила в честь выдающегося ученого и конструктора, основателя отечественной научной школы создания систем управляемого ракетного оружия, академика, Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской и Сталинской премий Расплетина Александра Андреевича (1908–1967 гг.).

В работе конференции приняли участие около 400 ученых и специалистов из 54 организаций оборонно-промышленного комплекса, Министерства обороны Российской Федерации, Российской академии наук и Высшей школы.

Заседание участников конференции было организовано по тематическим секциям:

секция 1. Зенитные ракетные системы и средства;

секция 2. Радиолокационные и радионавигационные системы:

подсекция № 1. Общие вопросы радиолокации и радионавигации;

подсекция № 2. Методы и аппаратура обработки сигналов;

секция 3. Антенная техника и СВЧ-электроника;

секция 4. Системы противоракетной обороны;

секция 5. Комплексы средств автоматизации, управления и обработки информации. Автоматизированные системы управления войсками и оружием;

секция 6. Лазерные системы передачи энергии и их элементы;

секция 7. Интеллектуальная собственность предприятий оборонно-промышленного комплекса.

Обсуждение научных докладов, представленных на конференции, получило широкий резонанс и за ее рамками, чем и обусловлено желание ознакомить научно-техническое сообщество с материалами Первой Всероссийской научно-технической конференции «Расплетинские чтения».

**Редакционная коллегия  
журнала «Вестник воздушно-космической обороны»**

---

---

# ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ВКО

---

---

УДК 621.373.826

## 30-ЛЕТНИЙ ЮБИЛЕЙ «ЛАДОГИ»

© Авторы, 2014

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

---

*В статье, приуроченной к 30-й годовщине первого успешного натурного испытания отечественного лазерного комплекса авиационного базирования, рассмотрены достоинства подобных комплексов, их возможности, условия применения. Изложены различия в развитии комплексов у нас и за рубежом.*

**Ключевые слова:** атмосфера, излучение, лазер, лазерный комплекс, оптико-электронные средства, плотность энергии.

---

*In this article dated for the 30th anniversary of the first successful full scale test of a domestic airbased laser complex the advantages of similar complexes, their opportunities, conditions of practical application are considered. Development distinctions of complexes at home and abroad are stated.*

**Keywords:** atmosphere, laser, laser complex, optronic equipment, energy density.

---

В 1970-1980-х годах имело место выраженное противостояние США и нашей страны в борьбе за лидерство в области создания лазерных комплексов, которые вышли на стадию натурных испытаний. Первое успешное натурное испытание отечественного лазерного комплекса авиационного базирования (ЛКАБ) было осуществлено 27 апреля 1984 г.

Главным достоинством ЛКАБ является возможность независимой от погодных условий, практически мгновенной транспортировки в пределах верхней полусферы поражающего фактора на большие расстояния. Благодаря этому, с использованием ЛКАБ становится возможным решение задач, которые решаются неэффективно, либо не решаются вовсе иными способами из-за ограничений баланса по времени.

Главные параметры ЛКАБ – мощность  $P$ , расходимость  $\varphi_0$  и ошибка наведения  $\sigma_n$ . Два последних являются основными, поскольку вклад в силу излучения от этих параметров определяется обратной квадратической зависимостью: улучшение расходимости и точности наведения более весомо, нежели увеличение мощности.

Условия применения ЛКАБ определяются дальностью до цели и вкладом атмосферы на трассе распространения. Эти параметры определяют плотность мощности ( $J$ ) в районе цели.

Американцы сконцентрировали свои усилия на ЛКАБ для теплового поражения баллистических ракет на активном участке траектории на дальности в сотни километров.

Работы в России направлены на создание ЛКАБ на тяжелом самолете-носителе для противодействия в инфракрасном спектральном диапазоне разведывательным средствам противника, расположенным в воздухе и космосе на больших удалениях.

Благодаря возможности реализации механизмов функционального поражения (подавления) оптико-электронных средств удаленных целей с использованием ЛКАБ возможно решение задач при дальностях, на порядки величин больших по сравнению с дальностями, на которых при прочих равных условиях обеспечивается тепловое поражение целей.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. **Robert, W. Duffner.** Airborne Laser // Plenum Press. – New York, 1997.
2. **Successful** destruction of supersonic missile // TRW presentation, Feb. 23, 1989.
3. **Игнатьев, А.Б.** «Алмаз» приоткрывает лазерные наработки // Военный парад. – 2001. – № 6 (48).
4. **Егоров, Н.А.** Лазер уходит в небо, или юбилей «Ладogi» / Н.А. Егоров, А.Б. Игнатьев // Очерк из книги «Н.Н. Поляшев». – М.: УНИСЕРВ, 2009.
5. **Игнатьев, А.Б.** Мечта Н. Н. Поляшева – ЛКАБ следующего поколения. Очерк из книги «Н.Н. Поляшев». – М.: УНИСЕРВ, 2009.
6. **Игнатьев, А.Б.** Анализ особенностей лазерного оружия с большой дальностью применения и хода работ в США по созданию лазерного комплекса авиационного базирования ABL / А.Б. Игнатьев, А.С. Сумин // «Вестник АВН». – 2008. № 4.
7. **Игнатьев, А.Б.** Вопросы интеграции мощных лазерных источников со средствами формирования, ориентирования и точного наведения луча: Учебное пособие. – М.: МИРЭА, 2008.
8. **Игнатьев, А.Б.** Вопросы обеспечения ориентирования в пространстве и точного наведения мощного лазерного луча на удаленные объекты: Учебное пособие. – М.: МИРЭА, 2005.
9. **Игнатьев, А.Б.** Как это было. О первых работах комплексов лазерного оружия / А.Б. Игнатьев, Ю.А. Коняев // «Вопросы ВКО РФ». – М.: ОАО «ГСКБ Концерн ПВО «Алмаз – Антей», 2012. – № 2.
10. **Игнатьев, А.Б.** О летно-космических экспериментах по сопровождению космических аппаратов и наведению на них лазерного излучения с борта самолета / А.Б. Игнатьев, В.В. Карачунский, Ю.А. Коняев, П.А. Созинов // «Вестник воздушно-космической обороны – М.: ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», 2014 – № 1(1).
11. **Paul, H. Merritt** Beam control for high-energy laser devices / Paul H. Merritt, John R. Albertine // SPIE Optical Engineering, 02.2013 – 021005 52 (2).

## **THE 30-YEAR ANNIVERSARY OF «LADOGA»**

**A.B. Ignatyev**

In 1970-1980s there was the expressed confrontation between the USA and our country in the struggle for leadership in the field of laser complex development.

The first successful full scale test of the domestic airbased laser complex (ALC) was carried out on April 27, 1984.

The main advantage of ALC is almost instant transportation within the look-up of the adverse factor under all weather conditions. Due to this fact it is possible time limit problem solving. There are the following ALC main parameters: P- power,  $\varphi_0$  - divergence and  $\sigma_{\mu}$ - guidance error, besides the two latter are the main.

The ALC application conditions are defined by the range to the target and as well as the atmosphere contribution. These parameters determine power density (J) around the target.

The Americans focused efforts on the ALC for IR defeat of ballistic missiles at the boost-phase trajectory at the range of hundreds kilometers.

The Russian works are designed for the ALC for the heavy carrier aircraft to countermeasure enemy long-range reconnaissance threats in the infrared spectral range.

Because of the long range target optronic equipment suppression ability, it is possible to solve tasks at the grater ranges.

## ЭЛЕКТРОННЫЕ ПОЛИГОНЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ЛЕТНОГО И КОМАНДНОГО СОСТАВА ВВС РФ

© Авторы, 2014

**А.Р. Бестугин**, доктор технических наук, доцент,  
директор, Институт радиотехники, электроники и связи  
Санкт-Петербургского государственного университета  
аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург  
E-mail: zlata@aanet.ru

**А.В. Володягин**, кандидат технических наук, преподаватель,  
Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения, и.о. начальника научно-технического отдела,  
ОАО «ВНИИРА», г. Санкт-Петербург  
E-mail: andrey\_avia@mail.ru

**А.Д. Филин**, кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехнических средств  
систем обеспечения воздушного движения и их эксплуатации,  
Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения,  
заместитель генерального конструктора, ОАО «ВНИИРА», г. Санкт-Петербург  
E-mail: fadadf@rambler.ru

**Ю.Г. Шатраков**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
радиотехнических средств в системе обеспечения воздушного движения и их эксплуатации,  
Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения,  
ученый секретарь, ОАО «ВНИИРА», г. Санкт-Петербург  
E-mail: aspirantura@vniira.ru

---

В статье дается краткий обзор состояния по использованию электронных полигонов в ведущих странах НАТО. Обозначена актуальность развития и внедрения электронных полигонов для подготовки летного и командного состава ВВС РФ. Представлена структура организации и экспертные оценки эффективности внедрения.

**Ключевые слова:** электронный полигон, летные экипажи, специалисты боевого управления авиацией, пилотажно-навигационный тренажер, оперативно-тактическая подготовка.

---

This article presents a brief outline of the using conditions of the electronic target ranges in NATO leaders. The significance of the electronic target ranges for the aircrew and commander tactical training of the Russian Air Force was noted. The organization structure and the expert evidence of implementation efficiency were presented.

**Keywords:** electronic target range, aircrews, aviation combat control specialists, training flight-navigation simulator, operational-tactical training.

---

Для подготовки летных экипажей и специалистов управления авиационными подразделениями требуется проведение реальных полетов с выполнением определенных учебно-боевых задач, однако тренаж в реальных условиях не позволяет обеспечить создание всех возможных полетных ситуаций, к тому же реальное применение всех требуемых средств влечет значительные финансовые затраты. Как альтернатива и дополнение к реальным полетам применяется подготовка на авиационных тренажерах. Однако подготовка на тренажерах не является полностью адекватной реальному полету. Таким образом актуальной является проблема совмещения достоинств тренажеров и реальных полетов. На решение этой проблемы нацелено создание инфраструктуры электронного полигона. Электронный полигон позволяет в реальном полете создать модель практически любой полетной ситуации путем добавлением синтезируемой информации. Структура электронного полигона представляет собой сложную систему средств отображения, связи, вычислительных ресурсов, аппаратуры траекторных измерений и пр. В работе приводится анализ эффективности внедрения электронных полигонов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. **Филин, А.Д.** Тренажерные комплексы радиолокационного контроля воздушного пространства / А.Д. Филин, А.Ю. Шатраков // СПб: ГУАП, 2013. – 222 с.
2. **Автоматизированные** системы управления воздушным движением // Под ред. Ю.Г. Шатракова – СПб: ГУАП, 2013. – 535 с.
3. **Шатраков, Ю.Г.** Задача – повысить эффективность ракетно-бомбовых ударов. – М.: Военное обозрение, 2014. URL: <http://topwar.ru/32844-zadacha-povyisit-effektivnost-raketno-bombovyh-udarov.html>.
4. **Филин, А.Д.** Перспективные учебно-тренировочные комплексы для организации оперативно-тактической подготовки в военно-воздушных силах // Сборник научных трудов «Новые технологии». – М., 2013. – С. 177–183.
5. **Филин, А.Д.** Тренажерно-моделирующий комплекс летного состава и специалистов управления авиацией / А.Д. Филин, С.П. Федотов, Ю.Т. Криворучко, Ю.Г. Шатраков, С.А. Цурков. – М.: Заявка на получение патента № 2013134286/20 от 22.07.2013. Положительное решение от 10.01.2014.
6. **Бестугин, А.Р.** Развитие системы подготовки летных экипажей и специалистов боевого управления авиационных частей / А.Р. Бестугин, В.П. Рачков, Ю.Г. Шатраков // Научный вестник «Военно-космической обороны». – М.: ОАО «ГСКБ Концерн ПВО «Алмаз-Антей», 2013. – № 1. –С. 12.

# **THE ELECTRONIC TARGET RANGE FOR THE AIRCREW AND COMMANDER TACTICAL TRAINING OF THE RUSSIAN AIR FORCE**

**A.R. Bestugin, A.V. Volodyagin, A.D. Filin, Y.G. Shatrakov**

Both aircrews and aviation combat control specialists require the real flights providing some combat and training missions. However training in real conditions doesn't allow performing all available situations; moreover the real using of all requiring means result in financial expenses. The flight simulators are used as an alternative or additional means to real flights performing. But flight simulation training doesn't take equal to a real flight.

So the advantage combination of real flights and simulator training is the actual problem. The electronic target range development is the way of this task solving. The electronic target range allows creating any flight situation model in the real flight by the synthesizable information adding. The electronic target range structure is a complex system of display devices, computing, communication equipment, trajectory measurement units, etc. The article deals with the electronic target range efficiency analysis.

---

# ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

---

УДК 355.753

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СВЯЗИ И АСУ В ПОДВИЖНЫХ УЗЛАХ СВЯЗИ И УНИФИЦИРОВАННЫХ МОБИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ

© Авторы, 2014

**В.В. Неманежин**, кандидат технических наук,  
заместитель начальника СКБ, НТЦ «МНИИПА»  
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

**В.К. Шнырев**, ведущий инженер СКБ, НТЦ «МНИИПА»  
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

---

*В статье рассматриваются общие положения и возможности технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления (АСУ) в подвижных узлах связи (ПУС) и подвижных комплексах средств автоматизации (КСА), которые могут применяться в ВКО, с учетом имеющихся объективных факторов, перспектив развития системы связи и использования перспективных образцов средств телекоммуникации.*

**Ключевые слова:** *техническое обеспечение связи и АСУ (ТО С и АСУ); подвижные узлы связи (ПУС) нового поколения, подвижные комплексы средств автоматизации (КСА).*

---

*The article presents general provisions and opportunities for technical maintenance of communication and automatic control system in the mobile communication hubs and mobile unified complexes of automation means of aerospace defense, taking into account the available objective factors as well as the prospects of communication system development and using the new samples of telecommunication facility.*

**Keywords:** *technical maintenance of communication and automatic control systems, mobile communication hubs, mobile unified complexes of automation means.*

---

Техническое обеспечение связи и АСУ (ТО С и АСУ) в подвижных пунктах управления (ПУ) войск космической обороны (ВКО) требует повышенного внимания.

Основные задачи ТО С и АСУ – вопросы комплектования и техническая эксплуатация – должны решаться с применением автоматизированных процессов.

Виды и условия проведения технического обслуживания и ремонта определены руководящими документами.

Варианты обеспечения ТО С и АСУ в подвижных ПУ ВКО определяются возможностями аппаратных типов модулей перевозки имущества (МПИ) из состава подвижных узлов связи (ПУС) ВКО.

Заводы-изготовители проводят «сервисное обслуживание» аппаратуры связи и АСУ, поэтому перечень работ ТО С и АСУ, проводимых силами подразделений связи, уменьшился. Использование новых систем телекоммуникаций расширяет перечень видов технического обеспечения и требует уточнения регламентирующих документов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. **Кулешов, И.А.** Объединенная автоматизированная цифровая система связи: состав и этапы создания /И.А. Кулешов, М.В. Доскалов, Ю.А. Малахов // Новые информационные технологии в системах связи и управления. – 2013. – С. 20-22.
2. **Дуплинский, М.А.** Системы технического обеспечения ОАЦСС / М.А. Дуплинский, Ф.Г. Фортинский, И.А. Кулешов // Новые информационные технологии в системах связи и управления. – 2013. – С. 146-148.
3. **Ваганов, И.Н.** Постановка задачи синтеза архитектуры системы радиосвязи с привязными аэростатными ретрансляционными комплексами с заданным качеством функционирования и направления ее решения / И.Н. Ваганов, К.И. Гвозд // Новые информационные технологии в системах связи и управления. – 2011. – С. 329-332.
4. **Гвозд, И.И.** Основы построения объемных телекоммуникационных сетей специального назначения / И.И. Гвозд, В.С. Турченко //Новые информационные технологии в системах связи и управления. – 2013. – С. 264-266.
5. **Руководство** по техническому обеспечению связи, АСУ и радиотехнического обеспечения авиации ВС РФ. – М.: Военное издательство, 1990.

# **TECHNICAL MAINTENANCE OF COMMUNICATION AND AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS IN THE MOBILE COMMUNICATION HUBS AND IN THE MOBILE UNIFIED COMPLEXES OF AUTOMATION MEANS OF AEROSPACE DEFENSE**

**V.V. Nemanezhin, V.K. Shnyrev**

Technical maintenance of communication (TMC) and automatic control systems (ACS) in the moving control points require special attention.

The main task of TMC and ACS – staffing and maintenance should be solved with the use of automated processes.

Types and conditions of maintenance and repair are defined by the guidelines.

The TMC and ACS provision versions are determined by the property transportation module abilities from the structure of the mobile communication hubs of aerospace defense.

Manufacturers carry out maintenance of communication equipment therefore the list of works of TMC and ACS performed by the departments of communications has decreased. Using the new telecom systems expands the list of technical support types and requires the regulating document revision.

## ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ФАЗЫ С ПОМОЩЬЮ АМПЛИТУДНОГО ДЕТЕКТОРА

© Авторы, 2014

**А.Н. Бруевич**, доктор технических наук,  
ведущий инженер, НТЦ «НИИРП»  
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей»

*Исследован процесс детектирования паразитной амплитудной модуляции, возникающей при фазовой манипуляции. Показано, что по форме напряжения на выходе детектора можно судить о времени переключения фазы, но нельзя судить о том с какой точностью переключение фазы происходит на  $180^\circ$ .*

**Ключевые слова:** фазовая манипуляция, время переключения, огибающая, амплитудный детектор, кусочно-линейный.

*The process of detecting the parasitic amplitude modulation arising at the phase frequency shifting was investigated. It was shown that according to the form of the detector output voltage one can judge about the phase switching time but not of the switching accuracy.*

**Keywords:** phase frequency shifting, switching time, envelop curve, amplitude detector, piecewise linear.

При использовании фазоманипулированного сигнала в момент переключения фазы возникает паразитная амплитудная модуляция. При идеальной манипуляции на  $180^\circ$  глубина модуляции составляет 100%. Если манипуляция фазы не идеальна и отличается от  $180^\circ$  на малую величину  $\varphi$ , то остаточная амплитудная модуляция составит  $\varphi/2$ . Таким образом, возникает предположение, что качество фазовой манипуляции можно контролировать с помощью амплитудного детектора, причем как по времени переключения, так и по точности скачка фазы. В данной статье решена задача о точности оценки параметров модуляции с помощью реального детектора.

Составлено нелинейное дифференциальное уравнение, описывающее работу детектора в динамическом случае. Решение его позволило сделать следующие выводы:

- форма осциллограммы на выходе амплитудного детектора позволяет достаточно точно определить длительность интервала переключения фазы.

- глубина модуляции зависит исключительно от постоянной времени детектора и практически не зависит от параметра неидеальности фазовой манипуляции  $\varphi$ . Поэтому определить качество фазовой манипуляции по остаточной величине огибающей нельзя.

Решение уравнения производилось для кусочно-линейной и экспоненциальной аппроксимаций характеристики детектора. Поэтому полученные результаты не зависят от типа характеристики диода.

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Гоноровский, И.С.** Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Советское радио, 1971.
2. **Евтянов, С.И.** Избранные статьи. – М.: Издательский комплекс МЭИ, 2013.
3. **Евтянов, С.И.** Ламповые генераторы. – М.: Связь, 1967.
4. **Богачев, В.М.** Транзисторные усилители мощности / В.М. Богачев, В.В. Никифоров. – М.: Энергия, 1978.
5. **Бруевич, А.Н.** Элементы ВЧ-тракта на биполярных транзисторах. – Деп. в ВИНТИ, № 100-В2010.

## **EVALUATION OF THE PHASE SWITCHING TIME, USING AN AMPLITUDE DETECTOR**

**A.N. Bruevich**

When using a phase manipulated signal at the phase switching time, the parasitic amplitude modulation occurs. Under an ideal manipulation at  $180^\circ$  the modulation depth is 100%. If the phase frequency shifting is not perfect and differs by a small amount  $\varphi$  from  $180^\circ$ , the residual amplitude modulation will be  $\varphi/2$ . Thus there is an assumption that the quality of the phase frequency shifting can be controlled by an amplitude detector by both the switching time and the phase jump accuracy. This article solves the problem of estimation accuracy of the modulation parameters, using a real detector.

The nonlinear differential equation describing the operation of the detector in the dynamic case was formulated. The solution to this equation led to the following conclusions:

- an oscillogram shape at the amplitude detector output allows to determine the duration of the phase switching interval accurately;

- modulation depth depends solely on the detector time constant and doesn't practically depend on the nonideality parameter of the phase frequency shifting  $\varphi$ . Therefore it's impossible to determine the quality of the phase frequency shifting by the residual value of the envelope curve.

The equation solution was produced for the piecewise linear and exponential approximation of the detector performance. Thus, the results do not depend on the type of diode performance.

# ДЕКОДИРОВАНИЕ КОДОВ С МАЛОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ПРОВЕРЕК НА ЧЕТНОСТЬ ПО АЛГОРИТМУ «BELIEF PROPAGATION» С АППРОКСИМАЦИЕЙ

© Авторы, 2014

И.А. Кирьянов, инженер 2 категории, ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва  
cicutnog@bk.ru

Алгоритм декодирования «Belief propagation» эффективен для коррекции ошибок в современных цифровых линиях связи, но очень сложен из-за необходимости расчета гиперболических функций тангенса и арктангенса в процессе декодирования. С целью упрощения процесса декодирования в статье рассматриваются варианты аппроксимаций гиперболических функций тангенса и арктангенса, используемых при декодировании кодов с малой плотностью проверок на четность по алгоритму с распространением веры «Belief propagation».

**Ключевые слова:** связь, кодирование, низкоплотностные коды, моделирование.

A powerful tool for decoding the low-density parity-check codes is the Belief Propagation algorithm. This algorithm has high decoding complexity. The piecewise linear approximation of hyperbolic function reduces decoding complexity. This paper is about the hyperbolic tangent and arctangent function approximation by the Belief Propagation algorithm decoding.

**Keywords:** communications, coding, LDPC, modeling.

Современные системы связи нуждаются в мощных помехоустойчивых кодах, позволяющих быстро и надежно передавать цифровую информацию по каналам связи. Коды с малой плотностью проверок на четность демонстрируют наилучшую исправляющую способность среди всех помехоустойчивых кодов.

В основе декодирования низкоплотностных кодов лежит алгоритм «Belief propagation». Алгоритм эффективен, но сложен в силу необходимости использования гиперболических функций при расчете поправок к «мягким» априорным надежностям символов, приписанным демодулятором. Обойти аналитический расчет сложных гиперболических функций позволяет кусочная линейная аппроксимация этих функций.

В статье рассмотрены различные варианты кусочных аппроксимаций функций гиперболического тангенса и арктангенса и проведено имитационное моделирование с целью определения вариантов аппроксимаций, демонстрирующих наилучшую помехоустойчивость.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Морелос-Сарагоса, Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2005.
2. Gallager, R.G. Low-Density Parity-Check Codes / IRE Trans Info Theory // 1962 – vol. 8, no. 1.
3. Кирьянов, И.А. Моделирование работы LDPC – декодера по алгоритму с распространением доверия по надёжностям / Информационные технологии в проектировании и производстве». – М.: ФГУП «ВИМИ», 2012. - № 4.
4. Han, J.H. Simplified Sum – product algorithm using piecewise linear function approximation for low complexity LDPC decoding / Han J.H., Sunwoo M.H. // Proceedings of the 3rd International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication ICUIMC, 2009.
5. Kalaycioglu, A. A second order approximation to reduce the complexity of LDPC decoders based on Gallager's approach / Kalaycioglu A., Ureten O. // Turk J Elec Eng & Comp Sci, 2010 - № 6 Vol.18.
6. Hu X-Y. Arnold D-M. Efficient implementation of the sumproduct algorithm for decoding LDPC codes / Hu X-Y., Eleftherious E. // Proc. 2001 IEEE GlobeCom Conf., 2001.
7. Chen, J. Near optimal reduced-complexity decoding algorithms for LDPC codes / Chen J., Dholaki A., Elftheriou E., Fossorier M. // In IEEE Intern. Symposium on Inf. Theory, 2002.

## DECODING THE LOW-DENSITY PARITY-CHECK CODES BY THE BELIEF PROPAGATION ALGORITHM WITH APPROXIMATION

I.A. Kirianov

Modern communication systems need the powerful error correcting codes. These codes should provide good error performance. The low-density parity-check codes are the best at the present time.

The Belief Propagation algorithm is the basic decoding one. It is a powerful tool for decoding. Unfortunately, the Belief Propagation algorithm has a high complexity. It involves using the hyperbolic tangent and arctangent function. The piecewise linear approximation of hyperbolic function reduces decoding complexity.

The article describes the different versions of the piecewise approximation of hyperbolic functions and identifies the best approximations.

---

---

# ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

---

---

УДК 621.385.69

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ ТРАФИКА ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ МЕЖДУ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ

© Авторы, 2014

**А.В. Егоров**, кандидат технических наук, доцент,  
начальник отдела научно-образовательного центра,  
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва  
E-mail: aspirantura@gskb.ru

**М.Д. Фомин**, доктор технических наук, профессор,  
начальник отдела, ОАО «Системы управления», г. Москва

---

*В статье представлен методический подход к оценке трафика обмена информацией между программно-техническими комплексами, которая для заданных условий позволяет вычислить величину объема передаваемой информации в подсетях ПТК.*

**Ключевые слова:** программно-технический комплекс, трафик, резервирование, моделирование, вероятность.

---

*The methodology of the traffic estimation of data exchange between hardware and software complexes was presented in this work. This methodology allows calculating the amount of information sent across HSC subnets for the current conditions.*

**Keywords:** software and hardware complex, traffic, redundancy, modeling, probability.

---

Применение пакетного режима передачи данных значительно снижает стоимость аренды каналов связи, но в этом случае необходимо уметь выбирать такие структуры сетей и так распределять потоки информации, чтобы получить достаточные объемы передачи данных при допустимых затратах на создание системы обмена между разнородными средствами.

Для оценки и формирования частных показателей рациональных сетей программно-технических комплексов АСУ при организации управления в едином информационном поле представлена методика оценки трафика обмена информацией между программно-техническими комплексами, которая для заданных условий позволяет вычислить величину объема передаваемой информации в подсетях ПТК.

В ходе проведения оценки используется следующая последовательность действий:

- 1) путем статистического моделирования определяется вероятность реализации пиковой скорости передачи данных для каждой подсети;
- 2) на основании полученной вероятности определяется коэффициент уменьшения полезного трафика за счет повторных запросов;
- 3) определяется возможный реализуемый объем информации в подсети в период воздушного удара.

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Уильям, Т.** Структуры данных в C++ /Т. Уильям, Ф. Уильям / Пер. с англ. – М.: ЗАО «Издательство БИНОМ», 2000. – 816 с.
2. **Крылов, В.В.** Теория телетрафика и ее приложения / В.В. Крылов, С.С. Самохвалова. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
3. **Лю, Б.** Теория и практика неопределенного программирования/Пер. с английского. – М.: БИНОМ – Лаборатория знаний, 2005. – 405 с.

## **THE METHODOLOGICAL APPROACH IN THE TRAFFIC ESTIMATION OF DATA EXCHANGE BETWEEN HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEXES (HSC).**

**A.V. Egorov, M.D. Fomin**

Using the data burst communication decreases the cost of the communication channel lease greatly. In such a case it's necessary to choose a particular network structure and the distribute streams of data by a definite way to get the sufficient amount of data transfer under the allowable costs for developing an exchange system between heterogeneous means.

To estimate and set up private attributes of the HSC intelligent network, controlling in the common data field, the methodology of traffic estimation of data exchange between hardware and software complexes was presented to calculate the amount of information sent across HSC subnets for the current conditions.

When estimating, there was used the following execution sequence:

- by statistical modeling the probability of implementing the peak data rate for each subnet was defined;
- on the basis of obtained probability there was determined the reduction factor of useful traffic by means of repeated requests;
- there was determined the probable usable data in the subnet at the air threat.

# ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

© Авторы, 2014

**А.В. Егоров**, кандидат технических наук, доцент,  
начальник отдела научно-образовательного центра, ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва  
E-mail: aspirantura@gskb.ru

**М.Д. Фомин**, доктор технических наук, профессор,  
начальник отдела, ОАО «Системы управления», г. Москва

В работе проведен анализ и синтез построения рациональных сетей программно-технических комплексов АСУ при организации управления в едином информационном поле. Данный подход базируется на предположении, что в перспективе системы управления будут строиться на основе автоматизированных систем, обеспечивающих полную связность потребителей информации, а надежность передачи данных по сети с ячеистой топологией достигается многократным резервированием маршрутов от одного узла к другому в результате наличия резервных физических каналов.

**Ключевые слова:** эффективность управления, программно-технический комплекс, компьютерная сеть, пропускная способность, стоимость.

In this work the analysis and synthesis of rational networking of the software and hardware complexes was carried out, when controlling in the common data field. This approach is based on the assumption that in the long term the control systems will be under construction on the basis of the automated systems providing complete connection of data consumers, but reliability of data transmission on a cellular topology network will be reached by the multiple redundancy of routes from one node to another as a result of existence of reserve physical links.

**Keywords:** control efficiency, software and hardware complex, computer network, capacity, cost.

Существующие аналитические методы оценки надежности функционирования сетевых структур применять для оценки надежности сетевых структур с продвижением пакетов невозможно из-за отсутствия постоянных направлений прохождения пакетов и реализации механизма повторных запросов.

Оценить надежность сети, а соответственно и реализуемый полезный объем обмена информацией в заданное время возможно применением статистического моделирования каналов с учетом возрастания количества передаваемой информации за счет повторных запросов.

Целевой функцией может быть выбрана стоимость передачи информации по каналам, выделяемым для передачи данных ПТК и входящих в выбранную структуру, которая обеспечивает выполнение задач управления в едином информационном поле. Остальные требования к результату, описываемые функционалами, учитываются с помощью введения необходимых дополнительных ограничений.

Оценка эффективности управления в данной работе производится в части оценки эффективности построения компьютерных сетей ПТК и полноты реализации их возможностей по своевременному обмену информацией в рамках задачи отражения средств нападения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Мишин, В.М.** Исследование систем управления. Учебник для вузов, 2-е изд. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 527 с.
2. **Фомин, М.Д.** Возможные перспективы развития автоматизированных систем на базе современных средств вычислительной техники связи / М.Д. Фомин, В.И. Колесниченко, В.В. Корниенко // Произ. – техн. сб. «Радиопромышленность». – 2007. – Вып. 2.
3. **Егоров, А.В.** Методический подход в оценке трафика обмена информацией между программно-техническими комплексами / А.В. Егоров, М.Д. Фомин // журнал «Вестник воздушно-космической обороны». – 2014, № 2(2).

## JUSTIFICATION OF THE OF THE COMPUTER NETWORK STRUCTURE OF THE SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEXES (SHC)

A.V. Egorov, M.D. Fomin

It's impossible to apply the existing analytical methods of the reliability assessment of functioning network structures to estimate the reliability of data burst communication network structures due to the lack of the constant directions of data burst flotation and performing the repeated inquiries.

It is possible to estimate the network reliability by the application of channel statistical modeling, taking into account the transmitted data increase due to the repeated inquiries.

The data transfer cost can be chosen as a criterion function. The other requirements to the result, described by functionalities, are considered by means of introduction of the necessary additional restrictions.

The estimation of control efficiency in this work is made regarding an estimation of efficiency of creation of the SHC computer networks and the capability implementation completeness of their opportunities upon the timely information exchange within a threat countermeasure problem.

---

---

# ПЕРВАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «РАСПЛЕТИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»

---

---

## СЕКЦИЯ «ЗЕНИТНЫЕ РАКЕТНЫЕ СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА»

---

---

УДК 681.782.473:623.418.2

### ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗРК МАЛОГО И СРЕДНЕГО РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ

© Авторы, 2014

**Е.С. Баранкин**, генеральный директор,  
ОАО «Государственный Рязанский приборный завод», г. Рязань  
**Л.Н. Костяшкин**, директор-главный конструктор НКЦ ВКТ,  
ОАО «Государственный Рязанский приборный завод», г. Рязань  
**А.Н. Блохин**, начальник лаборатории НКЦ ВКТ,  
ОАО «Государственный Рязанский приборный завод», г. Рязань  
**С.И. Муравьев**, начальник лаборатории НКЦ ВКТ,  
ОАО «Государственный Рязанский приборный завод», г. Рязань

---

*В статье обобщается опыт разработки на ОАО «ГРПЗ» оптико-электронных систем и их отдельных функциональных компонентов для ЗРК малой и средней дальности действия. Отдельно рассмотрены функции блоков обработки видеоизображений. Отражены задачи и методы улучшения видения, обнаружения и сопровождения воздушных объектов.*

**Ключевые слова:** оптико-электронная система, обработка видеоизображений, улучшение видения, автоматическое обнаружение, сопровождение.

---

*The article deals with the development experience of the optoelectronic systems and their separate functional components for the short/medium-range anti-aircraft missile systems at the JSC "Ryazan State Instrument-making Enterprise" (RSIE). The video processor functions were considered particularly. The improvement tasks and methods of imaging, detecting and tracking the air objects were reflected.*

**Keywords:** optoelectronic system, video image processing, imaging improvement, autodetecting and tracking.

---

Одна из общих тенденций развития зенитно-ракетных комплексов (ЗРК) средней и ближней дальности действия связана с их оснащением оптико-электронными системами (ОЭС). ОАО «ГРПЗ» проводит НИОКР по созданию таких систем и их отдельных функциональных компонентов применительно к ЗРК «Квадрат» (1С91М2), «Бук-М2Э» (9К317Э), ЗРК «Оса-АКМ» (9А33БМ4), «Стрела-10М» (9А35М) и др. В отличие от оптических или телевизионных визиров в состав ОЭС включаются блоки обработки видеоизображений (БОВИ), обладающие определенным «техническим интеллектом» и позволяющие улучшить условия работы оператора и в конечном итоге – обеспечить увеличение эффективности работы ЗРК в целом.

Отличия между вариантами ОЭС для различных ЗРК определяются конкретными требованиями их назначения, основное из которых – дальность обнаружения и сопровождения типовых «зачетных» целей. Данные требования в конечном итоге определяют состав видеодатчиков, их поля зрения и требования по чувствительности и программно-математическое обеспечение БОВИ.

В докладе обобщается опыт проведенных разработок ОАО «ГРПЗ» в данной области и рассматривается комплекс вопросов, связанных с реализацией в ОЭС базовых функций обработки изображений, – автоматическое обнаружение и сопровождение целей.

# **THE OPTOELECTRONIC SYSTEMS AS MEANS OF THE EFFICIENCY INCREASING OF THE SHORT/MEDIUM-RANGE ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEM APPLICATION**

**E.S. Barankin, L.N. Kostyashkin, A.N. Blokhin, S.I. Muravyev**

One of the general tendencies of the medium/short range anti-aircraft missile system (AMS) development is connected with their optical-electronic system equipment (OES). The JSC GRPZ carries out research and development of such systems as well as their separate functional components relating to the "Kvadrat" (1C91M2) AMS, the "Buck-M2E" (9K317E) AMS, as well as the "Osa-AKM" (9A33BM4) AMS, the "Strela-10M" (9A35M) AMS, etc. Unlike the optical or telesights viewfinders, the structure of the OES includes video image processing units (VIPU) possessing "technical intelligence" and allowing to improve operating conditions of the operator and as a result to increase the AMS performance on the whole.

The differences between the OES options for the AMS of all kinds are defined by the specific operational requirements, the main of which - the detection ranges and a common target.

Finally these requirements define the image sensor structure, their view and sensitivity, and the VIPU software.

This work presents the abovementioned field development experience of the JSC RSIE and the set of issues connected with the implementation of the automatic detection and tracking in the OES.

# ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ЗРК

© Авторы, 2014

Т.И. Градова, начальник сектора,  
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

Для решения проблемы электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств (ЭМС РЛС), входящих в ЗРК при воздействии через пространство необходимо:

- привести приемо-передающие устройства РЛС к выполнению требований, предъявленных к характеристикам ЭМС;
- выработать критерии качества функционирования приемных устройств и определить допустимые защитные отношения сигнал/помеха в приемниках;
- провести правильный выбор схемного построения и конструктивного исполнения приемного и передающего трактов;
- провести предварительные расчеты частотно-территориального размещения РЛС, входящих в ЗРК.

**Ключевые слова:** ЗРК – зенитные ракетные комплексы, ЭМС – электромагнитная совместимость, ЦЗКУ циклотронно-защищенный комплексированный усилитель, ДНА – диаграмма направленности антенны.

To solve the problem of electromagnetic compatibility (EC) of the AMS radio-electronic means (ECREM) under the action through the space it is necessary:

- to cause the radar transceiver devices to be met requirements made to the EC performance;
- to develop the performance criteria of functioning the receiver systems and to define the accepted protection signal/noise ratio in the receivers;
- to carry out a right choice of circuit designing and constructing the transceiver's channels;
- to carry out a pre-estimate of the AMS radar frequency-area location.

**Keywords:** antiaircraft missile system (AMS), electromagnetic compatibility (EC), antenna pattern (AP).

В зенитно-ракетных комплексах (ЗРК) антенно-приемные устройства радиолокационных станций (РЛС) испытывают воздействие соседних радиоэлектронных средств (РЭС), например, командных РЭС, средств связи и др., участвующих в общей работе и решающих совместные задачи, а также других энергетических средств, находящихся в одном комплексе.

В статье показаны пути достижения выполнения требований ЭМС приемных устройств РЛС и возможности обеспечения их совместной работы в ЗРК.

Для решения проблемы ЭМС средств, входящих в ЗРК. В докладе определены:

- критерии качества функционирования приемных устройств РЛС, входящих в ЗРК;
- схемотехническое построение приемника для выполнения требований ЭМС в соответствии с российскими ГОСТами или зарубежными стандартами, например, MIL STD-461E, MIL STD-469 по согласованию с заказчиком;
- ослабление спектральных составляющих воздействующих сигналов до безопасных уровней;
- частотно-территориальное расположение РЛС, входящих в ЗРК, с учетом различных ориентаций диаграмм направленности приемо-передающих антенн (ДНА), ближних и дальних зон взаимодействия ДНА, условий распространения радиоволн на конкретных трассах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Плешивцев, В.И.** СВЧ-приемники радиолокационных систем. – М.: Радиотехника, 2012.
2. **Радиолокационные системы специального и гражданского применения 2010-2012 /** Под ред. Ю.И. Белого. – М.: Радиотехника, 2011.
3. **Плешивцев, В.И.** 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.
4. **Трухачев, А.А.** Радиолокационные сигналы и их применение. – М.: Военное издательство, 2005.

# **THE ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY ASSESSMENT OF RADIO-ELECTRONIC MEANS OF ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEM (AMS)**

**T.I. Gradova**

In the anti-aircraft missile systems (AMS) the radar antenna receiving equipment are affected by the nearest radio-electronic means (REM) such as the command REM, communication means, etc.

The achievement ways of meeting requirements of the EC radar receivers as well as the composite action possibility in the AMS are shown in this work.

To solve the problem of electromagnetic compatibility of the AMS radio-electronic means this paper defined:

- the performance criteria of functioning the AMS radar receiver systems;
- receiver circuit designing and constructing work to meet the EM requirements of Russian and foreign standards;
- attenuating the spectral components of the actuating signals up to the safe levels;
- the AMS radar frequency-area location, taking into account various antenna orientations as well as the radio wave propagation conditions.

## ВЫБОР СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ МАНЕВРЕННЫМ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

© Авторы, 2014

**В.А. Каримов**, кандидат технических наук, доцент,  
начальник отдела, Центральный аэрогидродинамический институт  
имени проф. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский  
E-mail: flight15@tsagi.ru

**Е.В. Кузнецов**, кандидат технических наук, доцент,  
старший научный сотрудник, Центральный аэрогидродинамический институт  
имени проф. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский  
E-mail: flight15@tsagi.ru

---

*Рассмотрены основные принципы построения математических моделей (ММ) аэродинамических характеристик (АХ) маневренных беспилотных летательных аппаратов (далее ЛА) на основе методики, созданной в [1,2]. Технология построения ММ реализована в программном комплексе, выполненном как Windows-приложение. Результаты математического моделирования АХ используются для оценки предельных маневренных возможностей ЛА, при выборе способа управления, в исследованиях динамики ЛА как осесимметричных, так и неосесимметричных аэродинамических компоновок.*

**Ключевые слова:** математическая модель, беспилотный летательный аппарат, аэродинамическая компоновка, способ управления.

---

*The basic principles of the mathematical model (MM) development of the aerodynamic performance (AP) of the maneuverable pilotless aircraft (PA) on the basis of the technique created in [1,2] were considered. The development technology of the MM was carried out in the software package performed as the Windows application. The results of AP mathematical modeling are used to estimate the PA maximum permissible maneuvering potential, using a control way in the AP dynamics researches of both axisymmetric and nonaxisymmetric aerodynamic configurations.*

**Keywords:** mathematical model, pilotless aircraft, aerodynamic configuration, control way.

---

Для проведения исследований динамики маневренного беспилотного летательного аппарата (МБПЛА) необходимо его математическое описание или математическая модель, и, в первую очередь, описание его аэродинамических характеристик в виде зависимостей аэродинамических коэффициентов от параметров пространственного движения и режима полета. При разработке такого описания используется методика, созданная В.К. Святодухом, которая основана на получении названных выше зависимостей аппроксимацией результатов аэродинамического экспериментов, либо численных расчетов, тригонометрическими полиномами. Результат разработки – алгоритмические и программные средства, реализующие математическую модель вычисления коэффициентов аэродинамических сил и моментов в зависимости от: числа  $M$ , пространственного угла атаки, аэродинамического угла крена, углов отклонения аэродинамических рулей, положения центра масс. Технология построения математических моделей аэродинамических характеристик реализована в программном комплексе, выполненном как Windows-приложение. Комплекс содержит интерпретатор встроенного языка программирования и предоставляет многочисленные возможности настройки интерфейса и вида результирующей информации.

Создаваемые математические модели используются в работе для оценки предельных маневренных возможностей МБПЛА при его пространственном движении на различных режимах полета. Разработано математическое и программное обеспечение для определения параметров пространственного установившегося движения МБПЛА с учетом реальных физических связей и ограничений. Показана возможность использо-

вания получаемых результатов при выборе способа управления МБПЛА (декартовое с жесткой стабилизацией угла крена, полярное с управлением креном, комбинированное полярно-декартовое) при исследовании маневренных возможностей МБПЛА как осесимметричных, так и неосесимметричных аэродинамических компоновок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Святодух, В.К.** Динамика пространственного движения управляемых ракет. – М.: Машиностроение, 1969. – 272 с.
2. **Святодух, В.К.** Динамика аппаратов с двухканальным управлением / В.К. Святодух, П.М. Чернявский. – М.: Машиностроение, 1983. – 159 с.

## **SAMPLING THE CONTROL METHOD OF THE MANEUVERABLE PILOTLESS AIRCRAFT BY THE RESULTS OF AERODYNAMIC MODELING**

**V.A. Karimov, E.V. Kuznetsov**

To carry out the dynamics researches of the maneuverable pilotless aircraft (MPA) the mathematical description and the MM as well as the description of its aerodynamic performance are required primarily. When developing such a description a method created by V. K. Svyatodukh is used, based on receiving abovementioned dependences by either approximation of the aerodynamic experiment results, or numerical calculations, trigonometric polynomial. The development results are algorithmic and software means realizing the mathematical model of calculating the aerodynamic force coefficient and the moments depending on a Mach number, total angle of attack, aerodynamic roll angle, deflection angle of aerodynamic control, center-of-gravity positions. The development technology of the MM aerodynamic performance was carried out in the software package performed as the Windows application. This package contains a built-in language interpreter and provides numerous opportunities of interface / result data type adjusting.

The developed mathematical models are used in work to estimate the PA maximum permissible maneuvering potential at the three-dimensional moving under various flight modes. Mathematical support and software were developed to determine parameters of the PA three-dimensional static moving, taking into account real physical communications and restrictions. The possibility of using the received results when sampling the control method was shown.

# СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ КОРАБЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ

© Авторы, 2014

**А.К. Красников**, доктор технических наук,  
начальник управления научно-образовательных программ и подготовки кадров,  
ОАО «Концерн «Моринформсистема-Агат», г. Москва  
**Е.С. Новиков**, доктор технических наук, профессор,  
главный конструктор направления, ОАО «Концерн «Моринформсистема-Агат», г. Москва  
**Н.С. Щербаков**, Заслуженный деятель науки РФ,  
доктор технических наук, профессор,  
начальник отдела научно-образовательного центра,  
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва  
E-mail: aspirantura@gskb.ru

---

*Рассмотрены основные принципы построения и использования системы поддержки принятия решений (СППР) при организации противовоздушной обороны (ПВО) корабля. Приведены примеры вырабатываемых оценок эффективности системы ПВО.*

**Ключевые слова:** *противовоздушная оборона корабля, средства воздушного нападения, математические модели систем массового обслуживания, оценки эффективности систем ПВО.*

---

*The basic development and use principles of the decision making support system (DMSS) are considered at organizing the ship air defense (AD). The produced estimate examples of the AD system effectiveness are given.*

**Keywords:** *ship air defense, airborne weapon (AW), mathematical models of queuing system, efficiency assessment of air defense systems.*

---

Уровень морского вооружения на сегодняшний день и в будущем в значительной степени определяет положение и авторитет страны на мировой арене. Угрозы нашей стране с морских и океанских направлений имеют устойчивую тенденцию нарастать в ближайшей и долгосрочной перспективе, что подтверждает анализ стратегических концепций развития военно-морских сил ведущих государств мира.

Основную угрозу корабельным соединениям военно-морского флота (ВМФ) страны могут составлять средства воздушного нападения (СВН). При организации противовоздушной обороны (ПВО) корабля лицо, принимающее решение (ЛПР) (как правило, это командир корабля), должно учитывать следующую систему рисков.

Факторы, определяющие воздействие риска: отсутствие информации о предполагаемом времени налета СВН, непредсказуемость развития тактической ситуации, отсутствие информации о предполагаемом количестве и скорости движения СВН, ограниченное количество боезапаса при отражении СВН, отсутствие априорной достоверной информации об эффективности использования зенитных ракетных комплексов (ЗРК), применяемых на каждом рубеже ПВО против участвующих в налете СВН.

Основные причины организационного риска: дефицит времени на восприятие и анализ тактической ситуации, ошибочное определение количества СВН, участвующих в налете (наличие помех и ложных целей), ошибки в определении скорости движения СВН в направлении корабельного соединения, выходы из строя зенитных ракетных комплексов, обеспечивающих ПВО, несоответствие имеющегося боезапаса необходимому количеству для отражения налета СВН.

Все это приводит для ЛПР к организационному риску неэффективного использования в конкретной тактической ситуации тактических и технических возможностей имеющейся системы ПВО корабельного соединения.

В статье рассматриваются основные принципы построения системы поддержки принятия решений (СППР), позволяющей ЛПР получить оценки прогноза развития тактической ситуации на основе имеющейся информации о тактической ситуации и принятом решении об организации эшелонированной корабельной системы ПВО в этой ситуации.

При построении СППР используются модели и методы математической теории систем массового обслуживания. СППР включает совокупность оригинальных специализированных баз данных, позволяющих оперативно в интерактивном режиме получать ЛПР количественные значения основных показателей эффективности системы ПВО.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Рогозин, Д.О.** Высокие технологии в США. Опыт министерства обороны и других ведомств / Д.О. Рогозин, И.А. Шерemet, С.В. Гарбук, А.М. Губинский. – М.: МГУ, 2013.
2. **Вентцель, Е.С.** Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972.
3. **Красников, А.К.** Системы поддержки принятия решений как средство инновационного развития научных исследований и образования / А.К. Красников, Е.С. Новиков, Н.С. Щербаков // Монография Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы развития политического образования и военной науки в ВМФ». – СПб: ВМПИ, 2013.
4. **Красников, А.К.** Анализ и управление рисками в корабельной системе специального назначения / А.К. Красников, Е.С. Новиков, Н.С. Щербаков // Сб. тез. докл. Всероссийской НТК XVI Макаевские чтения. «Интегрированные многофункциональные системы управления для ВМФ». – М.: ОАО «Концерн «Моринформсистема-Агат», 2010.
5. **Тарасенко, Ф.П.** Прикладной системный анализ. – М.: КноРус, 2010. – 219 с.

## ***DECISION MAKING SUPPORT SYSTEM IN THE TIME OF THE AIR DEFENSE ORGANIZING OF THE SHIP UNITING***

**A.K. Krasnikov, E.S. Novikov, N.S. Scherbakov**

Today and in the future the naval armament level defines the country authority on the world stage substantially. According to strategic concept analysis of the leading state Navy development, the Naval threats to our country have a steady tendency to growth in the near and long term perspectives.

The airborne weapon can become the main ship threat. When organizing air defence, a decision maker (DM) has to take into account the following risk system.

There are some factors defining the risk influence: lack of information on estimated time of an AW raid, operational situation unpredictability, lack of information on the AW estimated quantity and speed, limited quantity of ammunition, lack of priori reliable information about the efficiency of the anti-aircraft missile system (AMS) applied at each air defense line against the raid participants.

There were pointed the schedule risk main reasons: time shortage for tactical situation analyzing, wrong definition of AW quantity participating in a raid, mistakes in the AW speed determination, the AMS failures, the available ammunition discrepancy to the necessary quantity to break up the AW raid.

All these facts result in the schedule risk of inefficient using the tactical and technical capabilities of AD available systems.

In this work the basic principles of the DMSS development are presented. This system gives a DM an opportunity to receive estimates of the tactical situation development forecast.

When developing the DMSS, the models and methods of the mathematical theory of queuing system are used. The DMSS includes a set of original specialized databases allowing a DM to receive quantitative values of the main indicators of the AD system effectiveness in an interactive mode quickly.

## АДАПТИВНЫЕ МОБИЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВВТ ПВО (ВКО), ВКЛЮЧАЯ ЗРС

© Авторы, 2014

**В.Л. Криволапов**, кандидат технических наук,  
начальник СКБ «Меридиан», ОАО «ГЦСО ПВО «Гранит», г. Москва

**А.Ф. Страхов**, доктор технических наук, профессор,  
академик Международной академии наук информации,  
информационных процессов и технологий (МАН ИПТ), академик Метрологической академии,  
научный руководитель, ОАО «ГЦСО ПВО «Гранит», г. Москва

---

*Рассматриваются основные эксплуатационно-технические характеристики комплекта унифицированных адаптивных мобильных ремонтно-диагностических комплексов (РДК), разработанных в ОАО «ГЦСО ПВО «Гранит».*

**Ключевые слова:** *мобильные ремонтно-диагностические комплексы, техническое обслуживание и ремонт, вооружение и военная техника, техническая готовность.*

*The main operational technical performance of a set of the integrated adaptive mobile repair and diagnostic complexes (RDC) developed in the Air Defense JSC "Granit" Maintenance Service Main Centre is considered.*

**Keywords:** *mobile repair and diagnostic complexes, maintenance and repair, armament and military equipment (AME), technical readiness.*

---

Зенитные ракетные системы относятся к сложным восстанавливаемым техническим системам, обладающим конечной надежностью. Учитывая длительные сроки эксплуатации таких систем, стоимость их эксплуатации составляет значительную часть стоимости их владения. В связи с этим возрастает актуальность снижения затрат на эксплуатацию ЗРС и других сложных систем ВВТ.

В результате реформирования ВС РФ принята новая концепция сервисного обслуживания и войскового ремонта ВВТ. При этом возрастает роль работ по сервисному обслуживанию и войсковому ремонту (PCO) образцов ВВТ ПВО (ВКО) на местах их дислокации, выполняемых предприятиями промышленности.

Применение специализированных передвижных ремонтных органов (ориентированных на конкретный тип обслуживаемых ВВТ) привело к необоснованному расширению номенклатуры и количества передвижных ремонтных органов. Создание универсальных средств ремонта было затруднено существенным различием схемной и конструктивной реализации близких по функциям составных частей изделий ВВТ разных типов.

Это противоречие было разрешено при проведении в ОАО «ГЦСО ПВО «Гранит» комплекса НИОКР, в результате которых были разработаны адаптивные (модифицируемые) мобильные ремонтно-диагностические комплексы (РДК). В основе создания адаптивных мобильных РДК положено несколько концептуальных принципов: специализация не по типам ВВТ, а по видам работ; разделение технологического оснащения РДК на базисные (общее для всех типов обслуживаемых ВВТ) и сменные комплекты (адаптивно учитывающие особенности разных типов ВВТ); применение интерактивных ресурсосберегающих технологий; автоматизация управления процессами и ресурсами сервисного обслуживания и ремонта ВВТ. Указанный подход (излагаемый в докладе) позволил сократить номенклатуру мобильных РДК до 7-ми типов, ориентированных на PCO существующего и перспективного парка ВВТ ПВО. Инновационный уровень разработанных РДК обеспечен применением в них технических решений и технологий, защищенных более 30 патентами.

Применение адаптивных мобильных РДК при проведении работ по РСО на местах дислокации ЗРС и других типов ВВТ ПВО (ВКО) обеспечивает существенное снижение стоимости эксплуатации этих ВВТ. Тем самым повышается эффективность применения ВВТ в ВС РФ, а также конкурентоспособность ВВТ на внешних рынках вооружений.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. **Страхов, А.Ф.** Управление качеством на стадиях жизненного цикла сложных технических систем. – М.: ВРЭ, серия ОТ, 2009. – Вып. 1.
2. **Криволапов, В.Л.** Комплекс унифицированных средств войскового ремонта / В.Л. Криволапов, А.В. Прокопченко, А.Ф. Страхов. – М.: ВРЭ, серия ОТ, 2009. – Вып. 1.
3. **Калик, Н.А.** Сборно-разборные конструкции территориальных ремонтных центров / Н.А. Калик, А.Ф. Страхов, С.В. Кулагин, Т.А. Пугачева. – М.: ВРЭ, серия ОТ, 2011. – Вып. 6.
4. **Калик, Н.А.** Мобильная автоматизированная система ситуационного управления работами по поддержанию готовности территориальных группировок ВВТ ПВО / Н.А. Калик, А.Ф. Страхов, М.М. Чистяков. – М.: ВРЭ, серия ОТ, 2011. – Вып. 6.
5. **Калик, Н.А.** Особенности ситуационного управления готовностью территориальных группировок ВВСТ ПВО / Н.А. Калик, А.Ф. Страхов. – М.: ВРЭ, серия ОТ, 2011. – Вып. 6.

### ***THE ADAPTIVE MOBILE MAINTENANCE AND REPAIR COMPLEXES OF EXISTING AND PROMISING WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT OF AIR DEFENSE (AEROSPACE DEFENSE), INCLUDING THE AIR DEFENSE MISSILE WEAPON SYSTEMS (ADMWS)***

**V.L. Krivolapov, A.F. Strakhov**

The air defense missile weapon systems belong to the difficult restorable technical systems possessing the ultimate reliability. Taking into account the operation long terms of such systems, the operating cost is the largest part of their owning cost. For that matter the cost saving for the ADMWS operation and other difficult systems of the AME increases.

As a result of the Russian Federation Armed Forces reforming the new concept of the AME service and army repair was accepted. In such a case there increases the role of the service and army repair (SAR) works of samples of the AME of air defense (aerospace defense) on the permanent garrisons which are carried out by the manufactures.

The specialized mobile restoring organ application led to the unreasonable extension of the nomenclature and the mobile restoring organ number. The universal repair means development was complicated.

After research and development the JSC "Granit" Maintenance Service Main Centre of Air Defense has produced the adaptive (modified) RDC based on the particular conceptual principles that allowed to reduce the mobile RDC nomenclature up to 7 types. The innovative level of the developed RDC was provided by the application of the technical solutions and the technologies sustained by more than 30 patents.

The application of the adaptive mobile RDC provides considerable reduction of the weapon and military equipment operating cost. Thereby the AME application efficiency as well as the foreign market competitiveness improve.

# МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ НЕСВОБОДНОГО ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗАННЫХ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ

© Авторы, 2014

**И.В. Морозова**, инженер, Центральный аэрогидродинамический институт  
имени проф. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский  
E-mail: flight15@tsagi.ru

**В.И. Садчиков**, кандидат технических наук, доцент,  
ведущий научный сотрудник, Центральный аэрогидродинамический институт  
имени проф. Н.Е. Жуковского, г. Жуковский  
E-mail: flight15@tsagi.ru

*Рассматриваемая задача относится к классу задач механики несвободного движения сложных систем, состоящих из центрального тела и присоединенных к нему периферийных твердых тел. Разработан подход, позволяющий аналитически разрешить уравнения движения тел относительно их линейных и угловых ускорений и привести к виду, удобному для проведения расчетов на ЭЦВМ. Получена обобщенная форма уравнений движения системы, которая позволяет учитывать любые виды относительного несвободного движения периферийных тел. Получены аналитические соотношения для определения в конечном виде величин главного вектора и главного момента сил реакций в процессе разделения системы.*

**Ключевые слова:** сложные механические системы, несвободное движение, силы реакций.

*The considered task belongs to the problem class of mechanics of restricted motion of complex systems consisting of a central body and peripheral solid bodies attached to it.*

*There was developed the approach allowing analytically solving the body motion equations concerning their linear and angular accelerations which is convenient for carrying out calculations on the electronic digital computer (EDC). There was received a generalized form of the of the system motion equations which allows to consider any kinds of relative restricted motion of peripheral solid bodies. There were received the analytical relations to define the resultant vector magnitudes as well as the principal moment ones of reaction forces at the system separating.*

**Keywords:** complex mechanical systems, restricted motion, reaction forces.

Рассматриваемая задача относится к классу задач механики несвободного движения сложных систем, состоящих из центрального (основного) тела и присоединенных к нему периферийных твердых тел. На практике такое движение реализуется при разделении ступеней ракетной системы, например, при отделении стартовых ускорителей от маршевой ступени ракеты. Для вывода уравнений несвободного движения тел в процессе разделения системы в данной работе используется принцип освобожденности связей, в соответствии с которым действие периферийных тел на основное заменяется реакциями связей. В результате разработан подход, позволяющий аналитически разрешить уравнения движения тел относительно их линейных и угловых ускорений и привести их к виду, удобному для численного интегрирования на ЭЦВМ.

Получена обобщенная форма уравнений движения системы, которая позволяет учитывать любые виды относительного несвободного движения периферийных тел (разворот на цилиндрических или сферических шарнирах, скольжение по прямолинейным и криволинейным направляющим, а также по поверхности, жестко связанной с центральным телом).

При выводе обобщенной формы уравнений несвободного движения используются геометрические и кинематические условия связи, а также ограничения на величины главного вектора и главного момента сил реакций, обусловленные конструктивными особенностями рассматриваемой системы связей составных объектов. В результате получены аналитические соотношения, позволяющие определить в конечном виде величины главного вектора и главного момента сил реакций в процессе разделения системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Колесников, К.С.** Динамика разделения ступеней летательных аппаратов / К.С. Колесников, В.И. Козлов, В.В. Кокушкин. – М.: Машиностроение, 1977.
2. **Овчинников, В.В.** Определение линейных и угловых ускорений несвободной системы двух летательных аппаратов / В.В. Овчинников, В.И. Садчиков // Ученые записки ЦАГИ. – 1987. – Т. XVIII. – № 5.

# **THE DYNAMICS MODELING METHOD OF RESTRICTED MOTION OF A MECHANICAL SYSTEM OF THE CONNECTED SOLID BODIES AT THE SEPARATING**

**I.V. Morozova, V. I. Sadchikov**

The considered task belongs to the problem class of mechanics of restricted motion of complex systems consisting of the central (main) body and peripheral solid bodies attached to it. Using the missile stage separation example, in practice such a movement is performed when separating the booster engines from a sustainer.

To derive the restricted motion equations of bodies when system separating, one uses the constraint unleashing principle to change over the peripheral body impact on the main one by means of constrain reactions. The approach to resolve the EDC convenient equations of body motion concerning their linear and angular accelerations were developed.

There was received the generalized form of the system motion equations which allows to consider any kinds of relative restricted motion of the peripheral bodies (a turn on the cylindrical or spherical hinges, sliding on linear guides and cam rails, and also on the surface which has been rigidly connected with the central body).

When deriving the above mentioned form, there were used the geometrical and kinematic conditions of constraint, and also the restriction on the values of the resultant vector and the principal moment of the reaction forces caused by the considered system design features.

There have been received the analytical relations allowing defining the values of the resultant vector as well as the principal moment of reaction forces at the system separating.

## МЕТОДИКА СОПРОВОЖДЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ПО ЦВС КП ЗРК

© Авторы, 2014

**А.М. Павлов**, инженер, ОАО «Научно-исследовательский институт приборостроения имени В.В.Тихомирова», г. Жуковский  
E-mail: Pavolv.alx@gmail.com

*Разработана технология сопровождения и модернизации ПО ЦВС КП ЗРК, основанная на применении методики смешанного программирования, позволяющая в короткие сроки проводить доработки программного и аппаратного обеспечения КП.*

**Ключевые слова:** эмуляция, многопоточное выполнение, ОСРВ, переносимость.

*Based on using the mixed programming method the technology of maintenance and upgrading of the CC DCS of anti-aircraft missile system was developed. This solution allows carrying out the CC software and hardware improvements within a short time.*

**Keywords:** emulation, threaded execution, real time operating system (RTOS), transferability.

В статье рассматривается проблема модернизации встраиваемых вычислительных систем (на примере ЦВС КП ЗРК) в аспекте сохранения и наследования наработанного ПО при переходе на аппаратные средства нового поколения.

Рассмотрены недостатки существовавшей до недавнего времени методики разработки ПО для эмулируемой ЦВС КП:

- выполнение разработки только в машинных кодах ЦВМ А-15 и сопутствующие такому подходу проблемы;
- сложность ввода в состав ЦВМ дополнительных интерфейсов ввода-вывода.

Рассмотрена предлагаемая новая технология сопровождения и модернизации ПО, получившая название «Полиглот». Приведены ее основные характеристики:

- основана на программной эмуляции ПО и смешанном программировании;
- использует среду ОСРВ;
- позволяет в короткий срок выполнять доработки эмулируемого программного обеспечения, добавлять новые подпрограммы, обеспечивать сопряжение с новыми периферийными устройствами;
- позволяет значительно уменьшить загруженность ресурсов ЦВМ, упростить работу программиста;
- позволяет реорганизовать структуру ЦВМ, сделав ее открытой и удобной для доработок.

Рассмотрены структуры модернизированных ЦВМ, основанных на использовании системы «Полиглот».

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Скопачев, В.Д.** Опыт разработки вычислительных средств зенитных ракетных комплексов средней дальности / В.Д. Скопачев, В. Черкасов, А.В. Макеев. – М: Радиотехника, 2005. – № 2.
2. **Гришин, Е.П.** Эмуляция и перспективы эмуляции устаревших бортовых ЭВМ на машинах нового поколения. / Е.П. Гришин, А.В. Макеев, А.В. Рудаков // Доклады XVII научно-технической конференции. ОАО «НИИ приборостроения им. В.В. Тихомирова», 2002.
3. **Ванюшкин, А.Т.** Разработка программного обеспечения для замены электронно-лучевых индикаторов на ЖКИ в рамках модернизации КП «БУК М2». Радиолокационные системы специального и гражданского назначения. 2010-2012. / А.Т. Ванюшкин, В.А. Вахненко, В.Н. Дробинин, В.И. Сокиран, Д.А. Поисов; под ред. Ю.И. Белого. – М.: Радиотехника, 2011.
4. **Ванюшкин, А.Т.** Использование технологии виртуализации для разработки и отладки программного обеспечения. Радиолокационные системы специального и гражданского назначения. 2010-2012. / А.Т. Ванюшкин, В.А. Вахненко, В.Н. Дробинин, В.И. Сокиран, Д.А. Поисов; под ред. Ю.И. Белого. – М.: Радиотехника, 2011.

# **THE METHOD OF SOFTWARE MAINTENANCE AND UPGRADING OF THE COMMAND CENTER (CC) DIGITAL COMPUTING SYSTEM (DCS) OF ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEM**

**A.M. Pavlov**

In the article there is considered the problem of the built-in computing system upgrading in terms of saving and inheriting of pre-existing code when passing to the new generation hardware resources.

The shortcomings of software technology existing until recently for the emulated DCS are considered:

- analysis execution - in the A-15 DCS machine codes only and all the other attendant problems of such an approach;
- additional input-output interface implementation complexity in the DCS structure.

The proposed new technology of software maintenance and upgrading named "Polyglot" was considered. Its main performance was put forward:

- it is based on the software program emulation and the mixed programming;
- uses the RTOS platform;
- enables updating the emulated software as well as adding some new subroutines and interfacing with peripheral hardware within a short time;
- enables reducing the DCS resource workload considerably and simplifying the programmer operation;
- enables reorganizing the DCS structure to be open and convenient for updating.

The updated DCS structures based on «Polyglot» technology were considered.

# МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ОТРАЖЕННЫХ СИГНАЛОВ ОТ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ ГЮЙГЕНСА-ФРЕНЕЛЯ

© Авторы, 2014

**Д.А. Равдин**, начальник лаборатории филиал Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, г. Ярославль  
**К.О. Колесников**, преподаватель филиал Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, г. Ярославль  
**И.В. Сисигин**, кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры филиал Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, г. Ярославль  
**Ю.В. Сушин**, кандидат технических наук, начальник отдела филиал Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, г. Ярославль

Рассмотрена методика моделирования отраженных сигналов от объектов сложной формы при широкополосном зондировании, основанная на приближении Гюйгенса–Френеля и использовании 3D-моделей. Представленные результаты подтверждают возможность ее использования для проведения исследований по оценке показателей качества систем обработки сигналов и принятия многоальтернативных решений.

**Ключевые слова:** моделирование, отраженный сигнал, трехмерные модели.

This article deals with the technique of modeling the echo signals from the objects of a complex shape under the broadband sounding based on the Huygens-Fresnel principle as well as using the 3D models. The presented results confirm the possibility of its using for carrying out researches of the quality parameter assessment and multiple-choice decision-making systems.

**Keywords:** modeling, echo signal, three-dimensional models.

Сложность задач, решаемых современной радиолокацией, требует проведения различных исследований, основанных на имитационном моделировании. К числу таких исследований относится оценка показателей качества систем обработки широкополосных радиолокационных сигналов и принятия многоальтернативных решений. Для их проведения требуются модели не только зондирующих, но и отраженных радиолокационных сигналов.

Коллективом авторов была разработана методика моделирования отраженных сигналов от объектов сложной формы при широкополосном зондировании, основанная на приближении Гюйгенса-Френеля и использовании 3D-моделей.

Структурно методика моделирования отраженного сигнала включает в себя пять этапов (рис. 1).



Рис. 1. Этапы моделирования отраженного сигнала

Предложенная методика обеспечивает формирование моделей отраженных от сложных объектов сигналов при широкополосном зондировании и применение их для оценки показателей качества устройств обработки и принятия решений. При этом достоверность полученных результатов в соответствии с приближением Гюйгенса-Френеля является удовлетворительной и отражает общие закономерности изменения сигнала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Пименов, Ю.В.** Техническая электродинамика / Ю.В. Пименов, В.И. Вольман, А.Д. Муравцов // Под ред. Ю.В. Пименова: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2000 – 536 с.
2. **3ds Max 2012.** Библия пользователя. Келли Мэрдок. – Диалектика, 2012 – 1280 с.

# **THE MODELING TECHNIQUE OF THE ECHO SIGNALS FROM THE COMPLEX OBJECTS ON THE BASIS OF HUYGENS- FRESNEL PRINCIPLE**

**D.A. Ravdin, K.O. Kolesnikov, I.V. Sisigin, Yu.V. Sushin**

The complexity of the tasks solved by a modern radar-location demands carrying out various researches based on simulation modeling.

The quality parameter assessment of radar wideband signals and multiple-choice decision-making is among such researches. To perform this task the models both sounding and echo signals are required.

The joint authors developed a technique of modeling of echo signals from the objects of a complex shape under the broadband sounding based on the Huygens-Fresnel principle and using the 3D models.

Structurally the technique of modeling of the echo signal includes five stages.

The offered technique provides the model forming of the echoes from the complex objects under the broadband sounding and also their application to estimate the quality parameter of the processing decision-making devices. In such a case the validation category of the received results in accordance with Huygens-Fresnel principle is satisfactory and reflects the common factors of signal changing.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АППАРАТУРЫ СТАРТОВОЙ АВТОМАТИКИ ЗРК БОЛЬШОЙ И МАЛОЙ ДАЛЬНОСТИ НАДВОДНЫХ КОРАБЛЕЙ

© Авторы, 2014

**М.Н. Селуянов**, кандидат технических наук, доцент,  
ведущий инженер СКБ, НТЦ «Альтаир»  
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

*Рассматриваются основные недостатки АСА существующих ЗРК НК большой и малой дальности и рассматриваются способы повышения быстродействия, безопасности проверок АСА и расширения функциональных возможностей пусковых модулей, а также применение в АСА отказоустойчивых ЦАП и АЦП с самоконтролем.*

**Ключевые слова:** безопасность, надежность, достоверность контроля, аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи, самоконтроль.

*There are considered the main shortcomings of the launching controls equipment (LCE) of the existing SS long/short range AMS and the enhanced action speed as well as the LCE checkout procedure safety, the extended capability, the self-testing fault-tolerant digital-analog converter (DAC) / analog-digital converter (ADC) using in the LCE.*

**Keywords:** safety, reliability, control certainty, analog-digital and digital-to-analog converters, self-testing.

Целью совершенствования аппаратуры стартовой автоматики (АСА) ЗРК надводных кораблей (НК) является улучшение основных характеристик АСА: надежности, достоверности, быстродействия и безопасности проверок при подготовке и пуске нескольких типов расходных изделий, что является актуальным.

Рассматриваются основные недостатки АСА существующих ЗРК НК большой и малой дальности (БД и МД) и рассматриваются методы и средства повышения достоверности контроля комплексов, автоматизации и безопасности их проверок. Практика эксплуатации современных ЗРК показывает, что подключение имитатора цепей изделия к электроразъему ПМ осуществляется вручную и занимает значительное время. Для уменьшения времени, затрачиваемого на проведение стыковочных операций «имитатор-электроразъем ПМ», предлагается ряд способов. Первый (для ЗРК БД) – вместо ручной установки имитатора на пусковом месте ПМ предлагается имитатор в составе ТПК или иной конструкции с автоматической загрузкой и проверкой в подвижном ПМ барабанного типа. Второй (для ЗРК МД) – введение дополнительных электроразъемов в механизм стыковки электроразъемов на каждое пусковое место с поворотом на 180° по отношению к основному электроразъему для автоматической стыковки этого ЭРПМ с электроразъемом встроенного малогабаритного имитатора. Кроме того целесообразна для ЗРК БД модернизация одноразъемного ПМ барабанного типа в так называемый «двухразъемный» ПМ, когда один электроразъем со жгутами устанавливается в ПМ, а другой находится в ЗИПе для последующей замены и перестыковки жгутов к переходным коробкам ПМ при необходимости использования изделий другого типа. Это позволит при наличии двух АСА иметь возможность работы с одним ПМ, применяя два типа изделий. Такая доработка ПМ стоит значительно дешевле, чем изготовление нового ПМ для второй АСА. Предлагается замена волноводно-коаксиальных трактов на короткие коаксиальные кабели с введением современного малогабаритного переносного блока формирования ВЧ сигналов вместо нескольких громоздких блоков, что позволит существенно снизить стоимость и повысить надежность резервированной АСА ЗРК БД.

Показывается, что применение разработанных отказоустойчивых аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей с самоконтролем и автокоррекцией погрешностей при вводе углов склонения на борт изделия позволит повысить надежность и достоверность передаваемой информации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Селуянов, М.Н.** О повышении быстродействия, безопасности и достоверности комплексных проверок ЗРК надводных кораблей // Радиоэлектронные системы. Сер. Общетеchnическая. – 2002. – Вып.1(4). – С.101–107.
2. **Селуянов, М.Н.** Особенности применения пусковых модулей барабанного и неподвижного типов при модернизации корабельных зенитных комплексов и их средств контроля. XY1 Макеевские чтения. Всероссийская научно-техническая конференция. «Интегрированные многофункциональные системы управления для ВМФ. Направления совершенствования, новые технологии» / Сборник тезисов докладов. – М.: ОАО «Концерн «Моринформсистема-Агат», 2010. – С. 24–25.
3. **А.с. № 469212 (СССР).** Устройство парафазного цифро-аналогового преобразования с самоконтролем / М.Н. Селуянов, 1979. – № 22.
4. **Селуянов, М.Н.** Многоканальные отказоустойчивые аналого-цифровые преобразователи с самоконтролем / Радиолокационные системы специального и гражданского назначения. 2010-2012. / Под ред. Ю.И. Белого. – М.: Радиотехника, 2011. – С. 367–376.

# **THE EQUIPMENT IMPROVEMENT OF LAUNCHING CONTROLS OF THE SURFACE SHIP (SS) LONG / SHORT RANGE ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEM (AMS)**

**M. N. Seluyanov**

The LCE improvement purpose of the SS AMS is to enhance the LCE main performance: reliability, control certainty, speed and safety of testing at the preparation and launching of some types of items of equipment.

There are considered the main shortcomings of the LCE of the existing SS AMS of long/short range (L/SR) and the methods and means of increasing the control certainty of complexes, automation and safety of their testing. The modern AMS operation shows that connecting the product circuit simulator to an electric connector is performed manually and takes considerable time.

To reduce operation time a number of ways is offered. The first is for the long range AMS and the second- for the short-range AMS.

There was offered the replacement of the waveguide-coaxial channels by the short-coaxial cables with introducing the modern small-sized portable high frequency signal-conditioning unit instead of several bulky modules that will allow to reduce the cost significantly and to increase reliability of the redundant LCE of the LRAMS.

There is shown that using the developed failure-safe analog-digital and digital-to-analog converters with self-checking and self-correcting will allow increasing the reliability and controlling certainty of the transmitted data.

# МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ КОНТРОЛЯ КОРАБЕЛЬНЫХ ЗРК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО СТАРТА ЗУР

© Авторы, 2014

**М.Н. Селуянов**, кандидат технических наук, доцент,  
ведущий инженер СКБ, НТЦ «Альтаир»  
ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», г. Москва

*Приводится обобщенный показатель достоверности контроля для комплексной проверки ЗРК, а также для оценки достоверности распознавания «ЗУР–имитатор».*

**Ключевые слова:** безопасность, достоверность контроля, полнота контроля, виртуальный имитатор, лицевая панель, блок-диаграмма, самоконтроль.

*There is presented the complex factor of the control certainty for the integrated checkout of the ship AMS and also to estimate the «GAM- simulator» recognition reliability.*

**Keywords:** safety, control certainty, control integrity, virtual simulator, face plate, block diagram, self-test.

В настоящее время актуальной задачей является разработка методов и средств по управлению безопасностью старта ракет в ЗРК. Учитывая такие обстоятельства, как старение парка эксплуатирующейся техники, невозможность в ряде случаев замены оборудования, уход высококвалифицированных специалистов и операторов из сферы обслуживания техники специального назначения и т.д., то можно считать, что проблема безопасности таких систем и комплексов приобрела серьезное значение.

В связи с этим предлагается разработанный обобщенный показатель достоверности контроля применять не только при комплексных регламентных проверках ЗРК, но и для оценки достоверности распознавания «изделие-имитатор». Приводится количественная оценка этой достоверности распознавания и показана целесообразность автоматической коммутации цепей электроразъема пускового модуля (ЭРПМ) с изделием или имитатором для повышения готовности ЗРК и его составных частей к применению. С этой целью целесообразны в ЗРК два контрольных режима. Первый – КР (контрольный режим перед применением), когда встроенные малогабаритные имитаторы типа БО ИКП-907 установлены на корпусах дополнительных ЭРПМ с включенной блокировкой основных электроразъемов. Второй – РК (регламентный контроль), когда имитаторы установлены на корпусах основных электроразъемов (ОЭР) ПМ, при этом корпуса всех остальных ОЭР ПМ отсоединены от ТПК (без выгрузки боезапаса) и высвечивается сигнал «корпуса ОЭР ПМ отстыкованы». Этот сигнал передается в ЦВС для обеспечения безопасности проверок. В некоторых АСА (например, в изделии ЗМ95М), где аналоговая и цифровая информация разделены между АСА и ЦВС, используются два имитатора с наличием двух признаков: аналоговым и цифровым, имеющих различные схемы формирования сигналов готовности.

Рассматриваются примеры технической реализации на этапе предварительных отладочных испытаний безопасного контроля уровней напряжения пиротехнических команд и их длительностей при проверке срабатывания пиропатронов.

Показывается, что управление эксплуатационной безопасностью целесообразно ориентировать на результаты анализа нарушений условий эксплуатации. При этом анализ должен учитывать, что необходимость и срочность корректирующих мер зависит от степени опасности нарушений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Рябинин, И.А.** Надежность и безопасность структурно-сложных систем. – СПб: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2007. – 276 с.
2. **Селуянов, М.Н.** О повышении быстродействия, безопасности и достоверности комплексных проверок ЗРК надводных кораблей // Радиозлектронные системы. Сер. Общетеchnическая. – 2002. – Вып.1(4). – С.101–107.
3. **Селуянов, М.Н.** Проектирование средств контроля радиозлектронных комплексов // Радиозлектронные системы. – М.: ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей» Центр «МНИИРЭ «Альтаир», 2011. – №1(19). – С.78–86.

# **METHODS AND MEANS OF INCREASING CERTAINTY OF THE SHIP ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEM (AMS) CONTROL TO PROVIDE SAFE TAKEOFF OF THE GROUND-TO-AIR MISSILE (GAM)**

**M.N. Seluyanov**

At the present day an actual task is to develop methods and means to control the missile take-off safety in the AMS. Taking in account such circumstances as operated equipment aging, equipment replacement incapability in some cases, highly-skilled professional retiring, etc., one can consider that the problem of safety of such systems and complexes assume significant value.

In this context it is offered to apply the developed overall index of control integrity not only at the AMS complex standard flight checking, but also to estimate the "product-simulator" detection reliability. The quantitative assessment of this detection reliability is given. There was shown the practicability of automatic circuit switching of the launching module electric connector (LMEC) with the item of equipment or the simulator cleared for action to increase the AMS readiness.

There was stated that for this purpose two control modes in the AMS are reasonable: the first – before application and the second - procedural control.

The examples of technical implementation at a stage of preliminary debugging tests of the safe control of tension levels of pyrotechnic orders and their continuance were reviewed.

It was shown that the operational safety control is advisable to focus on the results of the service condition violation analysis. In this case the analysis should take into account that the need and urgency of the corrective measure depends on the violation hazard level.