

ВЕСТНИК

воздушно-космической обороны

Научно-технический рецензируемый журнал

Выпуск № 1 (13), 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

А.С. Сумин, д-р техн. наук, профессор

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

М.А. Горбачёв, д-р техн. наук

Б.Н. Горевич, д-р техн. наук, профессор

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. Оконешиников, д-р техн. наук

А.А. Парамонов, д-р техн. наук, профессор

Н.В. Радчук, д-р техн. наук, профессор

С.П. Соколов, д-р техн. наук

П.И. Стариковский, д-р техн. наук

А.Ф. Страхов, д-р техн. наук, профессор

А.А. Трухачев, д-р техн. наук

Ю.Г. Шатраков, д-р техн. наук, профессор

Н.С. Щербаков, д-р техн. наук, профессор

Технический редактор: Н.С. Умникова

Корректор: А.Н. Борзова

Компьютерная верстка: О.А. Пыхонина

☎ редакции (499) 940-02-22

доб. 16-42, 79-06, 70-19, 16-00

E-mail: aspirantura@gskb.ru

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

Б.И. Крыжановский

Методы обработки информации для её передачи

без трансляции по каналу связи 5

А.Г. Подольский, А.Н. Полярус, А.А. Родин

О мониторинге результативности научной деятельности

научно-исследовательских организаций 11

А.Д. Филин, А.Р. Бестугин, В.П. Рачков, О.И. Саута, Ю.Г. Шатраков,

А.В. Юшков

Инновационно-когнитивная концепция развития

обучающих средств в авиации 23

► **Применение сил и средств ВКО**

Ю.Б. Дубов, О.И. Ткаченко

Использование отклоняемого вектора тяги при взлёте самолёта 29

Н.Н. Литвинов, А.М. Лаврентьев

Анализ возможности маскировки зондирующих сигналов

радиолокационных станций группировки противовоздушной обороны 38

С.В. Логунов, Д.А. Рогов, С.В. Чистяков

Критериальные условия возможности наблюдения

геостационарных спутников связи наземными оптическими средствами 44

П.В. Пустозеров, С.С. Козорез, М.Г. Корягин, А.М. Лаврентьев

Метод измерения скорости цели путём дифференцирования оценок

дальности при сверхкороткоимпульсном зондировании 49

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

В.А. Абдуллин, А.А. Осипов, А.Н. Булысов, Ю.В. Шитов,

В.Н. Песков, В.Г. Лисовский

Конструкторско-технологические проблемы

создания высокопотенциальных АФАР 54

О.В. Анисимов

Метод информационной поддержки по схемно-ориентированным запросам

обслуживающего персонала при восстановлении

радиоэлектронной аппаратуры комплексов специального назначения 59

Вестник воздушно-космической обороны:
Научно-технический журнал/
ПАО «НПО «Алмаз», 2017 г.
№ 1(13). С. 1–132

Подписано в печать 22.03.2017 г.
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 7,2. Тираж 1000 экз.
Заказ № 101992

Отпечатано в ООО «Издательство Юлис»
392010, г. Тамбов, ул. Монтажников, д. 9

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-63487

Учредитель: Публичное акционерное общество
«Научно-производственное объединение
«Алмаз» 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»

© ПАО «НПО «Алмаз», 2017

ISSN 2311-830X

Цена за 1 экз. – 600 руб.

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

Д.С. Блинов, С.К. Леонтьев, М.И. Морозов, Н.В. Пальченко
*Перспективные роликовинтовые механизмы
электрохимических приводов для авиационной и ракетной техники.....*66

М.Е. Выбрик, В.Н. Акимов, Н.С. Зинец
*Увеличение времени работы системы газопитания ракеты-мишени*73

В.Н. Завалий, В.С. Оконешихов
*Метод вычисления зависимости частоты
от времени в сигналах с нелинейной ЧМ, имеющих спектр мощности
в виде косинус в n-ой степени.....*80

В.А. Зенин
*Метод расчёта активного элемента на основе сплава с памятью
для создания энергетической установки*87

А.О. Маничев, В.А. Балагуровский, А.С. Кондратьев, А.Н. Тюваев
*Покоординатные методы синтеза нулей в диаграмме направленности
активной фазированной антенной решётки, использующие
возможности амплитудного управления*95

**Ю.А. Шугаев, В.А. Абдуллин, В.Н. Песков, А.Н. Булысов,
Ю.В. Шитов, П.Л. Батов**
*Конструктивные особенности блока подрешётки АФАР*102

► Прикладные задачи применения информационных технологий

Ю.В. Безгодков, Г.Б. Гуров, Ю.Б. Лепихин, С.Ф. Семин
*Применение технологии виртуализации
и создание универсальной основы построения автоматизированных
систем управления.....*107

► Аналитические исследования зарубежного опыта

Г.Б. Гуров, С.В. Голубчиков, М.В. Жестев, В.И. Колесниченко
*Система ПРО морского базирования AEGIS
как элемент глобальной системы противоракетной обороны США.....*118

► Научные рецензии и отзывы.....132

CONTENTS

► Topical issues on Aerospace defense system and elements arrangement

B.I. Kryzhanovskiy

Information processing methods for transmission without transfer on channels of communication.....5

A.G. Podolskij, A.N. Polyarus, A.A. Rodin

Scientific activity effectiveness monitoring of research organizations..... 11

A.D. Filin, A.R. Bestugin, V.P. Rachkov, O.I. Sauta, Y.G. Shatrakov, A.V. Ushkov

Innovativ-cognitiv development concept of aviation training AIDS.....23

► Aerospace defense systems and components application

U.B. Dubov, O.I. Tkachenko

Thrust vectoring initiation at aircraft take-off29

N.N. Litvinov, A.M. Lawrent'ev

Capability analysis of radars sounding signals masking of air defense force38

S.V. Logunov, D.A. Rogov, S.V. Chistyakov

Criterial conditions of ground-based optical systems surveillance possibility of geostationary communications satellites.....44

P.V. Pustozero, S.S. Kozorez, M.G. Koryagin, A.M. Lawrent'ev

Target velocity measuring method through differentiation of range estimates at ultra-short-pulse sounding.....49

► Design-engineering and technological research works

V.A. Abdullin, A.A. Osipov, A.N. Bulisov, U.V. Shitov, V.N. Peskov, V.G. Lisovskiy

Design-engineering issues of high potential active phased antenna array development54

O.V. Anisimov

Informational support method on circuit-oriented queries of operating personnel during radio-electronic equipment recovery of special-purpose complexes.....59

D.S. Blinov, S.K. Leontiev, M.I. Morozov, N.V. Palchenko

Advanced roll-screw mechanism of electro-mechanical drives for aviation and rocket technology66

M.E. Vibrik, V.N. Akimov, N.S. Zinetc

Target-missile gas-supply system operation time increase73

V.N. Zavaliy, V.S. Okoneshnikov

Computation method of frequency versus time dependence in signals with none-linear frequency modulation having power spectrum in form of cosine in n-power80

V.A. Zenin <i>Memory alloy-based active element analysis method for heat engine engineering</i>	87
A.O. Manichev, V.A. Balagurovskiy, A.S. Kondratiev, A.N. Tyuvaev <i>Univariate methods for the null synthesis in the radiation pattern of an active phased array antenna using potentialities of the amplitude control</i>	95
U.A. Shugaev, V.A. Abdullin, V.N. Peskov, A.N. Bulisov, U.V. Shitov, P.L. Batov <i>Constructional features of APAA subarray block</i>	102
► IT applied application tasks	
Yu.V. Bezgodkov, G.B. Gurov, Yu.B. Lepikhin, S.F. Semin <i>Virtualization technology implementation and developing of versatile basis of automated control systems</i>	107
► Foreign experience analytic research	
G.B. Gurov, S.V. Golubchikov, M.V. Zhestev, V.I. Kolesnichenko <i>Aegis sea-based ballistic missile defense weapon system as the US global missile defense element</i>	118
► Scientific reviews and reference.....	132

Полный список опубликованных номеров журнала Вы можете увидеть на сайте
<http://www.raspletin.com/notes>

Журнал «Вестник воздушно-космической обороны» включён в сформированный Министерством образования и науки Российской Федерации перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук (письмо Минобрнауки России от 01.12.2015 года № 13-6518. URL: <http://www.vak.ed.gov.ru/87.html>).

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ВКО

УДК 621.396

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЕЁ ПЕРЕДАЧИ БЕЗ ТРАНСЛЯЦИИ ПО КАНАЛУ СВЯЗИ

© Автор, 2017

Б.И. Крыжановский кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
ведущий специалист, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: info@raspletin.com

Предложены методы обработки информации для её последующей передачи из передающего пункта в приёмный, для которых принципиальным является отказ от традиционной передачи информации по каналу связи (с целью её сохранности, а также увеличения скорости передачи и экономии ресурса канала), вместо чего информация воспроизводится на приёмном пункте с помощью переданного туда из передающего пункта компактного служебного сигнала.

Ключевые слова: информация, генерация, циклический код, пункт передачи, пункт приёма, канал связи, обработка информации, служебный сигнал, воспроизведение информации, скорость обработки информации.

The information processing method were proposed for its further transmission from the transmitting point to the receiving point, for which the refusal from traditional data transmitting via communication channel (for the purpose of its integrity, transmission speed increasing and channel resource saving) is of principal, instead of which the information is read-out at receiving point in form of compact service signal from transmitting point.

Keywords: information, generation, cyclic code, transmitting point, receiving point, communication channel, data processing, service signal, reproduction of information, data processing speed.

Предложены методы обработки информации для её последующей передачи из передающего пункта в приёмный, для которых принципиальным является отказ от традиционной передачи информации по каналу связи (с целью её сохранности, а также – увеличения скорости передачи информации и экономии ресурса канала), вместо чего информация воспроизводится на приёмном пункте с помощью переданного туда из передающего пункта компактного служебного сигнала. Предложенные методы распадаются на две группы: методы синхронной обработки информации для её передачи (когда передающий и приёмный пункты во время передачи информации взаимодействуют друг с другом синхронно) и методы асинхронной обработки информации для её передачи (когда передающий и приёмный пункты во время передачи информации работают асинхронно). При этом методы первой группы, кроме жёсткой синхронизации, требуют использования на передающем и приёмном пунктах одинаковых алгоритмов обработки информации и одинаковых генераторов циклического кода, собранных на одной и той же элементной базе, вплоть до серии микросхем. Методы же второй группы, требуя исполнения единого математического замысла, допускают использование на передающем и приёмном пунктах разные алгоритмы обработки информации и разные генераторы циклического кода, как аппаратные, так и программные.

Приводятся скоростные характеристики предложенных методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крыжановский Б.И. Электронное колесо. – М.: Знание, 1991, сер. «Электроника и связь», вып. 5.
2. Крыжановский Б.И. Патент № 2367088 на изобретение «Устройство передачи двоичной информации из передающего пункта в приёмный». 18.10.2007.
3. Ляшевская О.Н., Шаров С.А. Новый частотный словарь русской лексики. – М.: Азбуковник, 2009.

INFORMATION PROCESSING METHODS FOR TRANSMISSION WITHOUT TRANSFER ON CHANNELS OF COMMUNICATION

B.I. Kryzhanovskiy

The information processing method were proposed for its further transmission from the transmitting point to the receiving point, for which the refusal from traditional data transmitting via communication channel (for the purpose of its integrity, transmission speed increasing and channel resource saving) is of principal, instead of which the information is read-out at receiving point in form of compact service signal from transmitting point.

The proposed methods are divided into two groups: synchronous data processing method for its transmission (when transmitting and receiving points during data transmission are interacting synchronously) and asynchronous data processing method for its transmitting (when transmitting and receiving points during data transmission are operating asynchronously). Herewith the first group methods, besides hard locking synchronization, require using single data processing algorithms and equal cycling code generators at transmitting and receiving points assembled at the same hardware components, to the extent of microcircuits. The second group methods, by requiring the implementation of a single mathematical project, admit using different data processing algorithms and different cycling code generators at transmitting and receiving points both hardware and software.

The speed characteristics of proposed methods were specified.

Поступила 10 августа 2016 года.

Уважаемые читатели!

Реализация военно-технической политики государства в области создания наукоёмких систем воздушно-космической обороны во многом зависит от деятельности научно-исследовательских организаций. Рассмотрение вопросов, связанных с получением постоянной объективной информации о динамике результативности научной деятельности научных организаций, способствует принятию обоснованных управленческих решений по совершенствованию деятельности и структуры научного комплекса Российской Федерации.

В связи с этим редакция журнала предлагает своим читателям статью Подольского А.Г., Поляруса А.Н., Родина А.А. «О мониторинге результативности научной деятельности научно-исследовательских организаций», в которой авторами представлены результаты анализа действующего нормативного правового обеспечения мониторинга деятельности организаций, осуществляющих научные исследования – как в гражданской сфере, так и входящих в военно-научный комплекс.

УДК 001.38

О МОНИТОРИНГЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

© Авторы, 2017

А.Г. Подольский доктор экономических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник, ФГБУ «46 ЦНИИ» Минобороны России, г. Москва
E-mail: podolskijag@mail.ru

А.Н. Полярус кандидат технических наук, доцент,
старший научный сотрудник, ФГБУ «46 ЦНИИ» Минобороны России, г. Москва
E-mail: alexpolyarus@yandex.ru

А.А. Родин
старший научный сотрудник, ФГБУ «46 ЦНИИ» Минобороны России, г. Москва
E-mail: rodin_artem@bk.ru

В статье изложена суть мониторинга результативности научной деятельности научно-исследовательских организаций. Проведён анализ действующего нормативного правового обеспечения мониторинга деятельности организаций, осуществляющих научные исследования, в том числе, входящих в военно-научный комплекс. Предложена структура показателей, характеризующих результативность научной деятельности организаций, и показана её связь с результативностью работы научных работников и научных подразделений. Предложены показатели и критерии для оценки результативности научной деятельности организации, а также приведены аналитические зависимости для определения их значений.

Ключевые слова: категория, мониторинг, научная деятельность, научно-исследовательская организация, оценка, показатель, пороговое значение, результативность, трудовые ресурсы, эффективность.

The article states the core of effectiveness monitoring of research organizations scientific activity. The current regulatory support of organizations activity monitoring that perform research works, including those of military-research complex, was analyzed. The organizations scientific work performance indicators structure was proposed, and its liaison with work performance of researchers and scientific units was shown. The indicators and criterion were suggested for performance estimation of organizations research work and the analytical dependence for its values determination was stated as well.

Keywords: category, monitoring, scientific activity, research organization, estimation, indicator, threshold value, performance, manpower resources, effectiveness.

Статья посвящена актуальному вопросу – мониторингу результативности научной деятельности научно-исследовательских организаций. На основе приведенных в статье результатов анализа опубликованных нормативных и научных материалов в указанной предметной об-

ласти показана необходимость дальнейшего совершенствования методического обеспечения, с целью повышения обоснованности и объективности оценки результативности научной деятельности организаций, а также принятия обоснованных управленческих решений, направленных на повышение эффективности расходования выделяемых им бюджетных средств.

Для ранжирования научных организаций по степени результативности их научной деятельности предложено использовать четыре категории: от организаций, являющихся лидерами в соответствующих областях науки и техники, до научных организаций, имеющих неудовлетворительную результативность.

Для количественной характеристики научной деятельности организаций предложены как частные показатели результативности, так и обобщенный показатель результативности, комплексно характеризующий достигнутые ими результаты. Для этого в статье приводятся соответствующие аналитические зависимости. С использованием обобщенного показателя результативности приведены критерии, которые используются для отнесения организаций к каждой категории результативности деятельности научных организаций.

Для обеспечения сопоставления результативности организаций, имеющих различное количество научных сотрудников, предложено использовать относительные обобщенные показатели результативности, характеризующие результативность научной деятельности организации, приходящуюся на единицу затраченных финансовых и трудовых ресурсов.

Внедрение изложенных в статье предложений в практику проведения мониторинга результативности научной деятельности научно-исследовательских организаций позволит повысить объективность результатов его проведения и будет способствовать принятию обоснованных управленческих решений по совершенствованию деятельности и структуры научного комплекса Российской Федерации, в том числе входящего в Минобороны России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов А.А. Мониторинг инновационных процессов в образовании // Педагогика. – 1996, № 3. – С.10–12.
2. Беляева Е.В. Концептуальные подходы к понятию «мониторинг» в педагогической науке // Материалы VIII региональной научно-технической конференции «Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону». Общественные науки. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2004, Т.2.
3. Приказ Министерства обороны Российской Федерации от 30 июня 2015 года № 380 «Об утверждении Методики оценки результативности научной деятельности научно-исследовательских организаций Министерства обороны Российской Федерации».
4. Цветкова Л.А., Комарова А.В. Новые критерии эффективности участников исследовательской деятельности и распределителей бюджетных средств на исследования и разработки // Экономика науки. – 2015, Т.1, №4. – С.270–279.
5. Яковлева А.Ф. Об основных подходах к оценке результативности научных исследований в России. URL: <http://iphras.ru/uplfile/root/exp/Yakovleva.pdf>.
6. Феоктистова О.А. Результаты труда научных работников: инструменты государственного стимулирования качества // Интернет-журнал «Науковедение». – URL: <http://naukovedenie.ru>, Выпуск 5(24), сентябрь – октябрь 2014. – С.1–17.
7. Кулагин А.С. Оценка и самооценка научной организации // Инновации. – 2011, №12(158). – С.54–60.
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 1 ноября 2013 года № 979 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2009 года № 312».
9. Приказ Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 13 октября 2010 года № 271 «Об утверждении Методики оценки результативности деятельности научных организаций, подведомственных Федеральному агентству связи, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения».
10. Приказ Федерального агентства научных организаций (ФАНО России) от 26 июня 2015 года № 22-н «Об утверждении Методики оценки результативности деятельности научных организаций, подведомственных Федеральному агентству научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения».
11. Приказ Росархива от 18 апреля 2016 года № 50 «Методика оценки результативности деятельности научных организаций, подведомственных Федеральному архивному агентству, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения».

SCIENTIFIC ACTIVITY EFFECTIVENESS MONITORING OF RESEARCH ORGANIZATIONS

A.G. Podolskij, A.N. Polyarus, A.A. Rodin

The article considers the relevant issue – the performance monitoring of research organizations scientific activity. Based on given analysis results of published regulatory and science materials in the mentioned application domain the further improving necessity of methodological support was shown in order to increase estimation validity and objectivity of organizations scientific activity performance and to make a reasonable decisions aimed at expenditure effectiveness increase of allocated budgetary funds.

It was proposed to use four categories for ranking of research organizations in its science activity performance degree: beginning from leading organizations in corresponding science and engineering fields and on out to research organizations with unsatisfactory scientific work performance.

For the quantitative characteristic of research organizations scientific activity it was proposed to use both the private performance indicators and the overall performance indicator which in a complex manner characterizes achieved results. For this purpose the article states the corresponding analytical dependence. Using the overall performance indicator the criteria are provided which are used for designation of organizations to each performance category of research organizations activity.

To provide the performance comparison of organizations with varied amount of researchers it was proposed to use relatively overall performance indicators, characterizing the performance of organization scientific activity, accounted for the unit of consumed financial and manpower resources.

The practical implementation of proposals in performance monitoring of research organizations scientific activity will permit to increase the objectivity of its fulfilment and will contribute to make reasonable management decisions on activity and structure improvement of the Russian Federation science complex, affiliated to the Ministry of Defense of the Russian Federation as well.

Поступила 14 октября 2016 года.

УДК 519.85

ИННОВАЦИОННО-КОГНИТИВНАЯ КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ОБУЧАЮЩИХ СРЕДСТВ В АВИАЦИИ

© Авторы, 2017

А.Д. Филин доктор технических наук,
зам. генерального конструктора, АО «ВНИИРА», г. Санкт-Петербург
E-mail: fadadf@rambler.ru

А.Р. Бестугин доктор технических наук,
директор, 2-ой институт Санкт-Петербургского государственного университета
аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург
E-mail: zlata@aanet.ru

В.П. Рачков кандидат технических наук,
инженер-исследователь, 4 Государственный центр подготовки
авиационного персонала и войсковых испытаний, г. Липецк
E-mail: vprevp@yandex.ru

О.И. Саута доктор технических наук,
начальник НИС, АО «ВНИИРА», г. Санкт-Петербург
E-mail: aspirantura@vniira.ru

Ю.Г. Штраков доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ,
учёный секретарь, АО «ВНИИРА», г. Санкт-Петербург
E-mail: aspirantura@vniira.ru

А.В. Юшков
исполнительный директор, ООО «ОАК – Центр комплексирования», г. Москва

В статье рассматриваются актуальные проблемы профессиональной подготовки лётных экипажей и специалистов боевого управления, а также представлены предложения по развитию системы лётно-тактической подготовки авиационных частей ВКС России на основе внедрения инновационных технологий в инфраструктуру «электронных полигонов».

Ключевые слова: «электронный полигон», моделирование, характеристики, зависимость, лётно-тактическая подготовка, эффективность.

The article states the actual problems of flight crews and Combat Management specialists professional training; the proposals to develop the Russian Federation Aerospace Forces aviation units tactical flight training based on innovative technologies introduction into the «electronic firing ranges» infrastructure were performed as well.

Keywords: electronic firing range, modeling, characteristics, dependence, tactical flight training, efficiency.

В статье рассматриваются актуальные проблемы профессиональной подготовки лётных экипажей и специалистов боевого управления, а так же представлены предложения по развитию системы лётно-тактической подготовки авиационных частей ВКС России на основе внедрения инновационных технологий в инфраструктуру «электронных полигонов», позволяющих максимально приближать условия подготовки и выполнение задач ЛТП к реальным боевым действиям с огневым, радиоэлектронным и маневренным противодействием в реальном масштабе времени (РМВ). «Электронный полигон» представляет собой новое направление в совершенствовании системы боевой подготовки ВВС и новый инструмент объективной оценки результатов боевых действий, как отдельных экипажей, ГТН, так и подразделений и частей в целом. В статье представлены материалы по оценке экономической эффективности предлагаемой концепции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кураленко С.В. Тенденции изменения характера вооруженной борьбы в военных конфликтах первой половины XXI века // Военная мысль. – 2012, №11. – С.40–46.
2. Криницкий Ю.В. Воздушно-космическая сфера, как главный театр военных действий // Военная мысль. – 2013, №8. – С.68–78.
3. Бестугин А.Р., Володягин А.В., Филин А.Д., Шатраков Ю.Г. Электронные полигоны для организации тактической подготовки лётного и командного состава ВВС РФ // Вестник воздушно-космической обороны. – 2014, Вып. 2. – С.16–23.
4. Навигационная аппаратура потребителей спутниковых навигационных систем ГЛОНАС и NAVSTAR CH-3022 // Руководство по эксплуатации ТДЦК.461513.038 РЭ.
5. Бестугин А.Р., Рачков В.П., Шатраков Ю.Г. Развитие системы подготовки лётных экипажей и специалистов боевого управления авиационных частей // «Научный вестник Военно-космической обороны». – М.: ОАО «Концерн ПВО «Алмаз – Антей», 2013, №1. – С.12.
6. Бестугин А.Р., Киршина И.А., Санников В.А., Филин А.Д., Шатраков Ю.Г. Безопасность полётов и направления развития тренажёров специалистов управления авиацией: Монография. – СПб.: ГУАП, 2015. – 516 с.
7. Филин А.Д., Шатраков А.Ю. Тренажёрные комплексы радиолокационного контроля воздушного пространства: Монография. – СПб.: ГУАП, 2013. – 221 с.

INNOVATIV – COGNITIV DIRECTION OF DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL TOOLS IN AVIATION

A.D. Filin, A.R. Bestugin, V.P. Rachkov, O.I. Sauta, Y.G. Shatrakov, A.V. Ushkov

The article states the actual problems of flight crews and Combat Management specialists professional training; the proposals to develop the Russian Federation Aerospace Forces aviation units tactical training based on innovative technologies introduction into the «electronic firing ranges» infrastructure permitting to at most simulate training conditions and fulfill tactical flight training (TFT) missions close to real combat operations with counterfire, electronic and maneuvering countermeasures in real time scale (RTS). The «electronic firing range» is a new heading towards the Air Force combat training system improvement and is a new tool of combat operations results objective estimation as for separate crews, tactical purpose groups (TPG) and for units in sum. The article includes the data on economic efficiency estimation of the proposed conception.

Поступила 13 октября 2016 года.

ПРИМЕНЕНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ ВКО

УДК 629.735.33.015.075

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТКЛОНЯЕМОГО ВЕКТОРА ТЯГИ ПРИ ВЗЛЁТЕ САМОЛЁТА

© Авторы, 2017

Ю.Б. Дубов доктор технических наук,
ведущий научный сотрудник, ФГУП «ЦАГИ им. профессора Н.Е. Жуковского», г. Жуковский, Московская обл.
О.И. Ткаченко кандидат технических наук,
начальник отдела, ФГУП «ЦАГИ им. профессора Н.Е. Жуковского», г. Жуковский, Московская обл.
E-mail: Flight15@tsagi.ru

Данная статья посвящена исследованию возможности использования отклоняемого вектора тяги при обычной схеме взлёта. Рассматривается целесообразность отклонения вектора тяги при подъёме носового колеса и отрыве самолёта от взлётно-посадочной полосы. Показано, что отклонение вектора тяги целесообразно на этапе подъёма носового колеса в случае большого запаса по углу атаки при отрыве самолёта при обычном взлёте. При отрыве самолёта от взлётно-посадочной полосы целесообразно, чтобы вектор тяги проходил через центр масс самолёта. Для избегания касания хвостовой частью поверхности полосы подключение управления вектором тяги должно производиться на скоростях, близких к расчётной скорости отрыва самолёта. Отклонение вектора тяги может позволить сократить длину разбега на 30% по сравнению с длиной разбега при обычном взлёте.

Ключевые слова: вектор тяги, взлёт, угол атаки, шасси.

The article covers the study of thrust vectoring use possibility at conventional take-off pattern. The reasonability of thrust vectoring deviation at lift of nosewheel and at unsticking of an aircraft is considered. It is shown that thrust vector deviation is reasonable at lifting stage of nosewheel in case of large angle of attack margin at sticking of an aircraft during conventional takeoff. At sticking of an aircraft from the runaway it is advisable that the thrust vector passes through an aircraft center of mass. To ensure safety and avoid tailstrike the thrust vector control initiation should be done at velocities close to the estimated takeoff speed. The thrust vectoring could reduce takeoff ground roll up to 30% compared with the takeoff roll at conventional takeoff.

Keywords: thrust vectoring, take-off, angle of attack, landing gear.

Данная статья посвящена исследованию возможности использования отклоняемого вектора тяги при обычной схеме взлёта. Рассматривается целесообразность отклонения вектора тяги при подъёме носового колеса и отрыве самолёта от взлётно-посадочной полосы. Показано, что отклонение вектора тяги целесообразно на этапе подъёма носового колеса в случае большого запаса по углу атаки при отрыве самолёта при обычном взлёте. При отрыве самолёта от взлётно-посадочной полосы целесообразно, чтобы вектор тяги проходил через центр масс самолёта. Для того, чтобы избежать касания хвостовой частью поверхности полосы, подключение управления вектором тяги должно производиться на скоростях, близких к расчётной скорости отрыва самолёта. Отклонение вектора тяги может позволить сократить длину разбега на 30% по сравнению с длиной разбега при обычном взлёте.

При взлёте самолёта с корабля с помощью катапульты имеется участок движения по палубе после расцепления с челноком катапульты, на котором необходимо поднять носовое колесо для увеличения угла атаки. Отклонение вектора тяги на этом этапе движения и на первых секундах воздушного участка позволяет обеспечить более быстрый набор угла атаки и, соответственно, необходимую для безопасного взлёта подъёмную силу. В результате может быть снижена величина разгонного усилия катапульты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оболенский Ю.Г. Управление полётом манёвренных самолётов. – М.: «Филиал Воениздат», 2007. – 480 с.
2. Желнин Ю.Н. Сверхманёвренность. Маневр «Кобра Пугачева». Современные проблемы динамики и управления летательных аппаратов // Труды ЦАГИ. – г. Жуковский, 2001, Выпуск 2649. – С.84–90.
3. Hollwell S.J. *Extremely Short Take-off And landing Of Aircraft Using Multi-axis Thrust Vectoring* / Steven J. Hollwell, Michael R. Robinson // Patent US5984229A. – 1999 с.

THRUST VECTORING INITIATION AT AIRCRAFT TAKE-OFF

Yu.B. Dubov, O.I. Tkachenko

The article covers the study of thrust vectoring use possibility at conventional take-off pattern. The reasonability of thrust vectoring deviation at lift of nosewheel and at unsticking of an aircraft is considered. It is shown that thrust vector deviation is reasonable at lifting stage of nosewheel in case of large angle of attack margin at sticking of an aircraft during conventional takeoff. At sticking of an aircraft from the runaway it is advisable that the thrust vector passes through an aircraft center of mass. To ensure safety and avoid tailstrike the thrust vector control initiation should be done at velocities close to the estimated takeoff speed. The thrust vectoring could reduce takeoff ground roll up to 30 % compared with the takeoff roll at conventional takeoff.

During an aircraft catapult-assisted take-off from the ship there is a run leg on the deck after the catapult shuttle release where it's necessary to lift a nosewheel in order to increase the angle of attack. The thrust vectoring at this leg of deck roll and at first seconds of airborne part permits to provide faster angle of attack ascent and the desired for safety flight lifting force, respectively. As a result, the acceleration force value of the catapult may be reduced.

Поступила 1 ноября 2016 года.

УДК 621.396.967

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ МАСКИРОВКИ ЗОНДИРУЮЩИХ СИГНАЛОВ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ ГРУППИРОВКИ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ

© Авторы, 2017

Н.Н. Литвинов

начальник лаборатории кафедры автоматики и вычислительных средств, ЯВВУ ПВО, г. Ярославль

E-mail: nikey2007@yandex.ru

А.М. Лаврентьев кандидат технических наук, доцент,

начальник кафедры радиотехнических систем, ЯВВУ ПВО, г. Ярославль

В статье проведена качественная и количественная оценка возможности маскировки зондирующих сигналов РЛС группировки ПВО. Определено, что с увеличением количества зондирующих сигналов в смеси увеличивается её энтропийная мощность (мера неопределённости) и, следовательно, увеличивается качество маскировки типа и несущей частоты этих сигналов. Также установлено, что с увеличением количества зондирующих сигналов распределение смеси в их полосе частот приближается к нормальному закону (уменьшается вероятность ошибки первого рода), что согласуется с увеличением показателя энтропийной мощности, характеризующего приближение к равномерному распределению энергии в спектре смеси.

Ключевые слова: радиотехническая разведка, радиолокационная станция, энтропийная мощность, проверка на нормальность, автокорреляционный метод, метод умножения полной фазы.

The article states the quantitative and qualitative assessment of the radar sounding signals masking capability of air defense force. It was determined that with increase sounding signals amount in mixture its entropic power (measure of uncertainty) increases as well, and consequently the type and the carrier frequency masking quality of these signals is improved. It was also found out that with sounding signals amount increasing the mixture distribution in its frequency band approximates to the normal law (the probability error of first kind decreases) that coincides with entropic power index describing an approach to the uniform energy distribution in mixture spectrum.

Keywords: electronic intelligence (ELINT), radar system, entropic power, test for normality, autocorrelation method, full phase multiplying method.

В работе проведён анализ возможности маскировки зондирующих сигналов радиолокационных станций группировки противовоздушной обороны. Анализу подвергалась аддитивная смесь зондирующих сигналов, поскольку известно, что наличие суммы зондирующих сигналов на входе приёмника станции РТР затрудняет оценку параметров каждого из них. В качестве меры маскирующей способности сигналов была использована энтропийная мощность, характеризующая мощность такого шума с нормальным распределением вероятностей и равномерным спектром, который обладает аналогичными маскирующими свойствами. Помимо энтропийного подхода, в работе использовался аппарат математической статистики, позволяющий оценить степень соответствия рассматриваемых реализаций нормальному закону. В заключение работы оценивалась возможность выполнения технического анализа аддитивной смеси методами, реализованными в станциях радиотехнической разведки.

В результате проведённого исследования установлено:

- при увеличении количества сигналов в смеси происходит существенное увеличение энтропийной мощности, что свидетельствует о повышении маскирующих свойств суммы зондирующих сигналов;
- при добавлении сигналов в рассматриваемую смесь её закон распределения приближается к нормальному;

– анализ использования методов технического анализа, реализованных в станциях радиотехнической разведки, показал существенное затруднение либо полное исключение возможности определения типов зондирующих сигналов в рассматриваемой аддитивной смеси.

Полученные результаты можно использовать в целях повышения функциональной неуязвимости эшелонированной группировки ПВО с использованием зенитных ракетных комплексов разной дальности действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Перунов Ю.М., Фомичёв К.И., Юдин Л.М.** Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием: изд. 2-е, испр. и доп. / под ред. Ю.М. Перунова. – М.: «Радиотехника», 2008.
2. Справочник по радиолокации / под ред. М.И. Сколника. Пер. с англ. под общей ред. В.С. Вербы. В 2 книгах. – Москва: Техносфера, 2015, Книга 2.
3. **Смирнов Ю.А.** Радиотехническая разведка. – М.: Воениздат, 2001.
4. **Вакин С.А., Шустов Л.Н.** Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки. – М.: Изд-во «Советское радио», 1968.
5. **Палий А.И.** Радиоэлектронная борьба: 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Воениздат, 1989.
6. **Перунов Ю.М., Куприянов А.И.** Радиоэлектронная борьба: радиотехническая разведка. – М.: Вузовская книга, 2016.
7. **Куприянов А.И., Сахаров А.В.** Теоретические основы радиоэлектронной борьбы: учебн. пособие. – М.: Вузовская книга, 2007.
8. **Гмурман В.Е.** Теория вероятностей и математическая статистика: 12-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2016.
9. **Хан Г., Шапиро С.** Статистические модели в инженерных задачах: пер. с англ. – М.: Мир, 1969.
10. **Андронов С.И., Коротков В.А., Уткин В.В., Чеботарь И.В.** Технический анализ сигналов РТС: учебное пособие. Часть II. Принцип построения устройств анализа сложных сигналов. ВА МО РФ (филиал, г. Череповец). – Череповец, 2012.

CAPABILITY ANALYSIS OF RADARS SOUNDING SIGNALS MASKING OF AIR DEFENSE FORCE

N.N. Litvinov, A.M. Lawrent'ev

The article states the analysis of the radar sounding signals masking capability of air defense force. The additive mixture of sounding signals was analyzed because it's known that the presence of sounding signals sum at receiver input of ELINT station complicates the parameter estimation of each signal. As an effort of signals masking capability the entropic power was used which characterizes the power of such noise with normal probability distribution and uniform spectrum having the same masking properties. Besides an entropic approach, the mathematical statistics device was used permitting to estimate compliance degree of examined implementations to the normal law. The article concludes the additive mixture technical analysis execution possibility estimation through methods that realized in ELINT stations.

As a result of fulfilled analysis it was determined that:

- at increasing of signals amount in mixture the considerable power improvement rises that testifies to masking properties increase of sounding signals sum;
- at signals addition to the examined mixture its distribution law approximates to the normal;
- the estimation of technical analysis methods implementation, realized in ELINT stations, showed the significant difficulty or complete possibility elimination of sounding signals types determination in examined additive mixture.

The obtained results could be used with a view to increase the functional invulnerability (survivability) of the layered air defense force (grouping) deploying air defense missile systems of different ranges.

Поступила 29 ноября 2016 года.

УДК 629.783

КРИТЕРИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ВОЗМОЖНОСТИ НАБЛЮДЕНИЯ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ СВЯЗИ НАЗЕМНЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ

© Авторы, 2017

С.В. Логунов

преподаватель кафедры, ФГКВОУ ВПО «ВКА им. А.Ф. Можайского», г. Санкт-Петербург
E-mail: skobarik83@rambler.ru

Д.А. Рогов кандидат технических наук, доцент,

начальник кафедры, ФГКВОУ ВПО «ВКА им. А.Ф. Можайского», г. Санкт-Петербург
E-mail: darogov@rambler.ru

С.В. Чистяков кандидат технических наук,

зам. начальника академии, ФГКВОУ ВПО «ВКА им. А.Ф. Можайского», г. Санкт-Петербург

В связи с большой удалённостью орбиты геостационарные спутники способны контролировать лишь наземные оптические средства. Оптические методы наблюдения искусственных спутников Земли имеют ограничения и требуют выполнения условий оптической видимости спутников. Получен критерий возможности наблюдения наземными оптическими средствами геостационарных спутников, когда их поверхность подсвечивается потоком солнечного излучения и не попадает в тень Земли.

Ключевые слова: искусственный спутник Земли, геостационарная орбита, тень Земли, наземное оптическое средство, фазовый угол, условия оптической видимости спутника.

Due to the orbit remoteness the geostationary satellites are capable to control only the ground-based optical systems. Optical surveillance methods of earth satellite vehicles (ESV) are having limitations and require fulfilling the satellites optical visibility stipulations. The ground-based optical systems observability criterion of geostationary satellites was obtained when its surface is illuminated by the solar radiation flux and does not fall into the Earth's shadow.

Keywords: artificial satellite, the geostationary orbit, the shadow of the Earth, terrestrial optical means, the phase angle, optical satellite visibility conditions.

Количество орбитальных позиций, в которые могут быть помещены геостационарные спутники, строго ограничено безопасным расстоянием друг от друга. Теоретически их количество должно быть не более 720 штук, но в последнее десятилетие это требование не выполняется. Среднее расстояние между спутниками различных космических группировок может составлять от 500 до нескольких десятков километров друг от друга. Это может вызвать не только помехи при организации связи, но и привести к столкновению спутников, поэтому необходимо осуществлять их наблюдение с целью постоянного контроля работоспособности.

В связи с большой удалённостью орбиты геостационарные спутники способны контролировать лишь наземные оптические средства. Оптические методы наблюдения имеют ограничения и требуют наличия прямой видимости между оптическим средством и геостационарным спутником. Возможность обнаружения геостационарного спутника возникает лишь при определённом значении фазового угла Θ , величина которого зависит только от положения геостационарного спутника относительно Солнца и наземного оптического средства. Получено условие, выполнение которого является критерием того, что геостационарный спутник, находясь на орбите, будет подсвечен солнечным потоком излучения, не попадёт в тень Земли и будет обнаружен наземным оптическим средством.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Диденко А.В., Усольцева Л.А.** Наземные пункты оптических наблюдений геостационарных спутников в Казахстане: их состояние и возможности // Космические исследования и технологии. – Алматы: Дельта Сити, 2014, №1. – С.40–48. – ISSN 2226-8731.
2. **Миронов А.В.** Основы астротометрии. Практические основы фотометрии и спектрофотометрии звезд. – М.: Физматлит, 2008. – 260 с. – ISBN 978-5-9221-0935-2.
3. **Миронов А.В.** Расчёт спектрального пропускания земной атмосферы для произвольного астрономического пункта умеренных широт // Труды IV съезда Астрономического Общества. – М.: Современный писатель. 1998. – С.153–156.
4. **Куликовский П.Г.** Справочник любителя астрономии. – М.: Наука, 1971. – 632 с.
5. **Коломийцев Е.Г., Фролов О.П.** Системотехнические основы построения вооружения РКО. Специальные проблемы системотехнических основ построения систем вооружения ККП и ПКО – Тверь: ВУ ПВО, 2003, Ч.2.

CRITERIAL CONDITIONS OF GROUND-BASED OPTICAL SYSTEMS SURVEILLANCE POSSIBILITY OF GEOSTATIONARY COMMUNICATIONS SATELLITES

S.V. Logunov, D.A. Rogov, S.V. Chistyakov

The number of orbital positions, where the geostationary satellites can be located, is strictly limited by the safe distance from each other. In theory, its number should be not more than 720 pieces, however in recent decade this requirement is not met. The average distance between satellites of various space groups can be from 500 up to a few dozens of kilometers from each other. This may cause not only the communication organization interference, but also lead to satellites collision; therefore it is necessary to carry out its surveillance in order to provide constant performance ability monitoring.

Due to the orbit remoteness the geostationary satellites are capable to control only the ground-based optical systems. Optical surveillance methods have limitations and require the presence of direct visibility between optical system and geostationary satellite. The ability to detect a geostationary satellite occurs only at a specific value of the phase angle Θ , the value of which depends on the geostationary satellite position relative to the Sun and ground-based optical system. The obtained fulfilled stipulation is a criterion that is the geostationary satellite while on orbit will be illuminated by the solar radiation flux, does not fall into the shadow of the Earth and will be detected by ground-based optical system.

Поступила 6 декабря 2016 года.

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ЦЕЛИ ПУТЁМ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ОЦЕНОК ДАЛЬНОСТИ ПРИ СВЕРХКОРОТКОИМПУЛЬСНОМ ЗОНДИРОВАНИИ

© Авторы, 2017

П.В. Пустозеров

адъюнкт, ЯВВУ ПВО, г. Ярославль

E-mail: Raprespect2010@mail.ru

С.С. Козорез

адъюнкт, ЯВВУ ПВО, г. Ярославль

E-mail: sergeich25@bk.ru

М.Г. Корягин кандидат технических наук,

доцент кафедры радиотехнических систем, ЯВВУ ПВО, г. Ярославль

E-mail: eisendezimmer@gmail.com

А.М. Лаврентьев кандидат технических наук, доцент,

начальник кафедры радиотехнических систем, ЯВВУ ПВО, г. Ярославль

E-mail: alexalawrentew@gmail.com

В статье представлены результаты разработки метода измерения радиальной скорости движения воздушного объекта радиолокационной станцией при зондировании сверхкороткими радиоимпульсами. Предлагаемый метод основан на линейной аппроксимации и дифференцировании первичных оценок дальности до воздушного объекта.

Ключевые слова: радиальная скорость, сверхкороткий радиоимпульс, дифференцирование дальности, линейная аппроксимация.

The article states the method formulization results of aerial object radial motion velocity measuring by the radar at ultrashort radio pulses sounding. The proposed method is based on linear approximation and initial range estimations differentiation to aerial object.

Keywords: radial velocity, ultrashort radio pulse, range differentiation, linear approximation.

В статье рассмотрены вопросы измерения радиальной скорости движения цели радиолокационной станцией при зондировании сверхкороткими радиоимпульсами. Использование доплеровского метода в этом случае затруднительно, вследствие случайного характера эхо-сигнала. Измерение скорости предлагается производить в два этапа. На первом производить аппроксимацию последовательности оценок дальности, и их коррекцию с учетом потенциальной точности их измерения. На втором этапе производить повторную аппроксимацию и вычислять скорость дифференцированием аппроксимирующей зависимости. Результаты статистического эксперимента показали, что предлагаемый метод позволяет уменьшить среднеквадратическую ошибку оценки скорости на 4–15 м/с по сравнению с существующими, в зависимости от параметров зондирующей последовательности.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Скосырев В.Н., Ананенков А.Е.** Применение сверхкороткоимпульсных сигналов в РЛС малой дальности. – М.: Эдитус. – 138 с.
2. **Мурзак В.В., Лаврентьев А.М., Литвинов Н.Н.** Сверхкороткоимпульсная РЛС ЗРК малой дальности и приёмник ложной цели в динамике информационного конфликта // Сборник статей II Всеармейской научной конференции «Проблемы построения ВКО Российской Федерации», кн. 2. – СПб., 2014. – С.111–116.
3. Справочник по радиолокации / под ред. М.И. Скольника. Пер. с англ. под общей ред. В.С. Вербы. В 2 книгах. – М.: Техносфера, 2014, Книга 1. – 672 с.

4. Бакут П.А., Большаков И.А., Герасимов Б.М., Курикша А.А., Репин В.Г., Тартаковский Г.П., Широков В.В. Вопросы статистической теории радиолокации. – М.: Сов. радио, 1964, Том II. – 1081 с.
5. Охрименко А.Е. Основы радиолокации и радиоэлектронная борьба. – Москва, Воениздат МО СССР, 1983. – 457 с.
6. Вопросы оценки дальности до цели в сверхкороткоимпульсной радиолокации: Монография / под общ. ред. Ю.Н. Маринцева: Ярославский филиал Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. – Ярославль, 2013. – 124 с.

TARGET VELOCITY MEASURING METHOD THROUGH DIFFERENTIATION OF RANGE ESTIMATES AT ULTRA-SHORT-PULSE SOUNDING

P.V. Pustozarov, S.S. Kozorez, M.G. Koryagin, A.M. Lawrent'ev

The article considers the target radial velocity measuring issues by the radar at ultrashort radio pulses sounding. The Doppler method implementation in this case is challenging due to the random character of an echo (return) signal. It's suggested to carry out velocity measuring in two stages. The first stage assumes the sequence of range estimates approximation and its correction with regard to potential accuracy of its measuring.

The second stage stipulates fulfillment of repeated approximation and calculation of velocity through the differentiation of approximated dependence. The statistical experiment results demonstrated that the suggested method permits to decrease the velocity estimation mean-square error to 4-15 m/sec as compared to the existing, depending on sounding sequence parameters.

Поступила 17 ноября 2016 года.

ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

УДК 621.396.677.494

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПОТЕНЦИАЛЬНЫХ АФАР

© Авторы, 2017

В.А. Абдуллин

начальник отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

А.А. Осипов

главный специалист направления, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

А.Н. Булысов

начальник СКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

Ю.В. Шитов кандидат технических наук,

первый зам. начальника КТК, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

Песков В.Н.

зам. начальника КТК, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

Лисовский В.Г.

начальник отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

E-mail: info@raspletin.com

В статье рассмотрены пути решения указанных проблем на примере конструкции АФАР X-диапазона ЗРК нового поколения. Описаны особенности реализации принципа модульного построения апертуры АУ, обеспечение прочностных характеристик силового каркаса АУ, выбор материала конструкции каркаса АУ, технология сборки каркаса и АУ. Показаны элементы системы обеспечения тепловых режимов работы АУ. Приведены конструкции устройства диаграммообразования в составе АФАР, радиопрозрачного укрытия, шин электропитания и ряда других составных частей.

Ключевые слова: активная фазированная антенная решётка, конструирование, радиоэлектронная аппаратура.

The article considers the mentioned problems solution approaches through the example of X-band active phased antenna array (APAA) configuration of the next generation surface-to-air missile system. The implementation features of the antenna system (AS) aperture modular architecture principle, the AS bearing frame strength characteristics assuring, the AS frame construction material selection, the frame and the AS assembly technology were described. The thermal control system elements of the AS operation were performed. The APAA beam-former design, radar dome, power bus lines and a set of other component elements were mentioned.

Keywords: active phased antenna array, designing, radio-electronic equipment.

В статье рассмотрены основные требования к высокопотенциальным активным фазированным антенным решёткам (АФАР), устанавливаемым на автомобильное шасси, а также конструкторские решения по выполнению этих требований. Представлены критерии и обоснование выбора конструктивного исполнения и материала силового каркаса, удовлетворяющие требованиям к прочности и жёсткости АФАР при механических воздействиях, а также технология сборки. Для обеспечения требования к модульности построения АФАР разработана конструкция универсального блока подрешетки (БП), основной конструктивной особенностью которого является его бескорпусное исполнение. Также, для обеспечения оптимальных характеристик АФАР представлено кон-

структивное решение по размещению встроенного в каркас АФАР устройства диаграммообразования. Показано решение проблемы эффективного охлаждения функциональных узлов БП в виде построения системы коллекторов жидкостного охлаждения БП и всей АФАР в целом. В итоге детально представлена конструкция высокопотенциальной АФАР для мобильной радиолокационной системы, отвечающая всем основным требованиям и заданным параметрам.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Абдуллин В.А., Шитов Ю.В.** Особенности конструирования активных ФАР Х-диапазона // Морские комплексы и системы ПВО. Сборник докладов научно-технической конференции ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», 21–22 октября 2013 / под общ. редакцией канд. техн. наук Н.Э. Ненартовича. – М.: ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», 2013. – 336 с.
2. **Анурьев В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1982, т.1. – 736 с.

DESIGN-ENGINEERING ISSUES OF HIGH POTENTIAL ACTIVE PHASED ANTENNA ARRAY DEVELOPMENT

V.A. Abdullin, A.A. Osipov, A.N. Bulisov, U.V. Shitov, V.N. Peskov, V.G. Lisovskiy

The article states the main requirements to the high potential active phased antenna arrays (APAA), mounting on a vehicle chassis, and engineering solutions to fulfil these requirements. The criteria and selection rationale of engineering solution and bearing frame material complying with requirements to the APAA strength (integrity) and stiffness during mechanical effects, and assembly technology as well were performed. To assure the requirement to the APAA modular design the construction of general-purpose subarray block (SB) was developed, the main construction feature of which is its frameless design solution. Besides, to provide the APAA optimum characteristics the design solution on placing of APPA frame built-in beam-former was presented. The SB functional nodes effective cooling problem solution was performed in form of SB manifolds liquid cooling system construction and the whole APAA. As a result the article represents in details the construction of high potential APAA for mobile radar system complying with all main requirements and predetermined parameters.

Поступила 25 декабря 2016 года.

УДК 621.317

МЕТОД ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПО СХЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАПРОСАМ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ КОМПЛЕКСОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

© Автор, 2017

О.В. Анисимов кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры автоматики и вычислительных средств, ЯВВУ ПВО, г. Ярославль
E-mail: qwaker@inbox.ru

Рассматриваются вопросы совершенствования систем информационной поддержки обслуживающего персонала при работе с электрическими схемами радиоэлектронной аппаратуры. Предлагается подход к построению систем информационной поддержки, использующий совокупность концептуальных и объектных моделей радиоэлектронной аппаратуры. Основу подхода составляет метод информационной поддержки, реализующий возможность использовать схемно-ориентированные запросы, что способствует уменьшению времени восстановления радиоэлектронной аппаратуры.

Ключевые слова: информационная поддержка, схемно-ориентированный запрос, фреймовая модель, паттерн.

The informational support systems improving issues of operating personnel at operating with electrical circuits of electronic equipment were examined. An approach to design the information support systems is proposed using a set of conceptual and object models of electronic equipment. The basis of the approach is the information support method, permitting to use the circuit-oriented queries assisting to reduce the time of electronic equipment recovery.

Keywords: information support, circuit-oriented queries, frame-based model, pattern.

Совершенствование методов формирования диагностической информации рассматривается как средство повышения эффективности работы обслуживающего персонала со схемами при восстановлении радиоэлектронной аппаратуры. Предлагается метод информационной поддержки, позволяющий на основе концептуальных моделей радиоэлектронной аппаратуры формировать диагностическую информацию в виде фрагментов электрических схем для представления обслуживающему персоналу. При этом описания структурно-функциональных свойств диагностической информации определяется в условиях схемно-ориентированных запросов на естественно-подобном языке.

Метод позволяет перейти от условий, заданных в голосовом или текстовом схемно-ориентированном запросе, к графическому представлению требуемой диагностической информации в виде фрагментов электрических схем штатными средствами визуализации систем информационной поддержки. Применение метода способствует сокращению времени восстановления радиоэлектронной аппаратуры за счет уменьшения времени извлечения требуемой диагностической информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Анисимов О.В., Курчидис В.А., Анисимов О.В., Игнатьев С.В.** Модели радиоэлектронной аппаратуры как основа организации информационных интерфейсов в системах автоматизации технической эксплуатации: Монография. – М.: Изд. ООО «Норд», 2013. – 88 с.
2. **Анисимов О.В., Курчидис В.А., Попов Т.А.** Концептуальное представление электрических схем радиоэлектронной аппаратуры на основе фреймовой модели // Научно-технические технологии в космических исследованиях Земли. – 2015, №2. – С.20–28.

3. **Анисимов О.В., Курчидис В.А., Попов Т.А.** Предметная объектная графическая модель электрических схем радиоэлектронной аппаратуры // Вестник ЯЗРИ ПВО. – Ярославль, 2015, №2. – С.22–28.
4. **Анисимов О.В., Курчидис В.А., Попов Т.А.** Способ формирования схемных фрагментов по голосовым запросам обслуживающего персонала в системах информационной поддержки // Научно-технические технологии в космических исследованиях Земли. – 2015, Т.7, № 4. – С.28–34.
5. **Анисимов О.В., Попов Т.А.** Структура схемно-ориентированных запросов для систем информационной поддержки процесса восстановления радиоэлектронной аппаратуры // Вестник ЯЗРИ ПВО. – Ярославль, 2015, №1. – С.16–24.
6. **Быкадоров А.К., Кульбак Л.И. и др.** Основы эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры / под ред. В.Ю. Лавриненко. – М.: Высшая школа, 1978. – 320 с.
7. **Рыбакин А.А., Курчидис В.А., Анисимов О.В., Игнатьев С.В.** Использование схемного запроса в средствах информационной поддержки обслуживающего персонала при восстановлении радиоэлектронных средств: Монография / ВКА имени А. Ф. Можайского. – Ярославль, 2014. – 94 с.
8. **Сеймур Гинзбург.** Математическая теория контекстно-свободных языков. – М.: Мир, 1970. – 326 с.

INFORMATIONAL SUPPORT METHOD ON CIRCUIT-ORIENTED QUERIES OF OPERATING PERSONNEL DURING RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT RECOVERY OF SPECIAL-PURPOSE COMPLEXES

O.V. Anisimov

The improving methods of diagnostic information forming is examined as means of performance efficiency increasing of operating personnel with circuits during recovery of electronic equipment. The information support method is proposed permitting, based on radio-electronic equipment conceptual models, to generate diagnostic information in the form of electrical circuits segments in order to represent it for the operating personnel. Herewith the structural and functional properties descriptions of the diagnostic information are determined amidst circuit-oriented queries in natural-like language.

The method allows shifting from conditions defined in the text or voice circuit-oriented query, to the graphic representation of required diagnostic information in the form of electrical circuits segments through organic visualization tools of information support systems. The method implementation contributes to electronic equipment recovery time reducing via retrieval time decreasing of required diagnostic information.

Поступила 29 ноября 2016 года.

УДК 621.833.3

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РОЛИКОВИНТОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ

© Авторы, 2017

Д.С. Блинов доктор технических наук, доцент,
профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

С.К. Леонтьев кандидат технических наук,
зам. генерального директора, ФГУП «НИИСУ», г. Москва

М.И. Морозов

начальник отдела, ФГУП «НИИСУ», г. Москва

E-mail: mihailmi@mail.ru

Н.В. Пальченко кандидат технических наук,
начальник научно-технического центра, ФГУП «НИИСУ», г. Москва

Статья посвящена обзору, развитию и сравнению винтовых механизмов, которые широко применяются в составе электромеханических приводов изделий аэрокосмической отрасли. В нашей стране в качестве указанных винтовых механизмов чаще всего применяются хорошо освоенные производством шариковинтовые механизмы (ШВМ). Однако мировой практикой признано, что в настоящее время наиболее перспективными винтовыми механизмами являются роликовинтовые механизмы (РВМ), которые успешно применяются на Западе уже несколько десятилетий. Они значительно превосходят ШВМ по нагрузочной способности, жёсткости, быстродействию и ресурсу. В МГТУ им. Н.Э. Баумана и ФГУП «НИИСУ» был выполнен комплекс работ, который позволяет начать освоение производства перспективных РВМ на современных предприятиях России и в дальнейшем оснащать этими механизмами высокотехнологичные изделия.

Ключевые слова: шариковинтовые механизмы, роликовинтовые механизмы, нагрузочная способность, жёсткость, быстродействие, ресурс, масса.

The article covers a review, development and comparison of screw mechanisms which are widely used within electro-mechanical drives of aerospace industry items. For this mentioned screw mechanisms the ball-screw mechanisms (BSM) are more frequently used in the Russian Federation which are well set by the manufacturing sector. However it's admitted worldwide that nowadays the most advanced screw mechanisms are roller-and-screw mechanisms (RSM) which have been successfully used in the West for several decades. The RSM considerably exceeds the BSM in loading capacity, stiffness, operating speed and operational life. The N.E. Bauman Moscow State Technical University and the Federal State Unitary Enterprise «NII SU» (Standardization and Unification Research Institute) accomplished a set of works permitting to begin manufacturing mastering of advanced RSMs at the modern Russian enterprises and further to equip with these mechanisms the high-technology items.

Keywords: ball-screw mechanisms, roller-and-screw mechanisms, loading capacity, stiffness, operating speed, operational life, mass.

Современные изделия аэрокосмической техники должны обладать высокой нагрузочной способностью, надёжностью, долговечностью, быстродействием и точностью работы. С другой стороны они должны иметь высокой КПД, малую массу и габариты, хорошую управляемость, простоту обслуживания и ремонта и т.д. Чтобы совместить все эти требования в изделии, а следовательно в агрегатах, механизмах, узлах и деталях, которые входят в его состав, необходимо постоянно совершенствовать конструкцию изделия и его составляющих, внедрять новые материалы и технологии, а также разрабатывать изделия, не имеющие аналогов в отечественной или мировой практике. Таким примером является разработка в США роликовинтовых механизмов (РВМ), которые широко и успешно стали применяться на Западе в высокотехнологичных изделиях, например в ответственных приводах управления двигателями сверхзвуковых пассажирских лайнеров «Конкорд». Многие из них отслужили без отказов на двигателях

«Конкордов» по 15000 лётных часов. В конце 80-х годов прошлого века в СССР, понимая перспективность РВМ, планировалось построить и оснастить оборудованием в городе Владимире специальный научно-технический центр по изучению и освоению производства РВМ, и даже началось его строительство. Однако по известным причинам этот центр не был создан. В настоящее время доказано, что РВМ являются самыми перспективными винтовыми механизмами качения, а отставание отечественных наработок от западных исчисляется десятилетиями. При этом разрозненными исследованиями РВМ занимаются во ВладГТУ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, ГК «Диаконт», ФГУП «НИИСУ» и в других организациях. В них накоплен определенный опыт, разработаны различные конструктивные исполнения РВМ, разработаны методики расчета, опробованы опытные образцы РВМ и т.д. В статье приведена информация о новой конструкции РВМ, разработанной специалистами МГТУ им. Н.Э. Баумана и ФГУП «НИИСУ», и ее возможностях. Чтобы достичь значимых результатов в освоении производства РВМ и внедрения их в высокотехнологичные изделия необходимо собрать воедино всех ученых и специалистов, изучающих РВМ, скоординировать усилия, и в перспективе на основе опыта эксплуатации этих механизмов разработать нормативно-технические документы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алексашин А.А., Леонтьев С.К., Блинов Д.С., Куликов В.Е., Морозов М.И.** Перспективы внедрения электроприводов на базе роликовинтовых механизмов в изделия авиационной техники // Техника воздушного флота. – Изд-во ЦАГИ, Том LXXXVII, 2013, № 2. – С.12–20.
2. **Блинов Д.С., Морозов М.И.** Перспективные конструкции планетарных роликовинтовых механизмов // Известия вузов. сер. машиностроение. – 2013, № 3. – С.62–72.
3. **Блинов Д.С., Ряховский О.А., Соколов П.А., Лаптев И.А., Вишневский С.Н.** Устройство для преобразования вращательного движения в поступательное: пат. 2272199 Российская Федерация. – 2006, Бюл. № 8. – 10 с.
4. **Блинов Д.С., Ряховский О.А., Соколов П.А., Лаптев И.А., Вишневский С.Н.** Устройство для преобразования вращательного движения в поступательное: пат. 2310785 Российская Федерация. – 2007, Бюл. № 32. – 8 с.
5. **Блинов Д.С., Кондрашова Г.П., Ряховский О.А., Соколов П.А., Лаптев И.А.** Устройство для преобразования вращательного движения в поступательное (варианты): пат. 2374527 Российская Федерация. – 2009, Бюл. № 33. – 11 с.
6. **Блинов Д.С., Лаптев И.А., Фролов А.В.** Устройство для преобразования вращательного движения в поступательное: пат. 2463500 Российская Федерация. – 2012, Бюл. № 28. – 10 с.
7. **Алексашин А.А., Леонтьев С.К., Пальченко Н.В., Блинов Д.С., Морозов М.И., Синькинов А.И.** Патрон для зажима в сборе винта и п резьбовых роликов с двумя шейками безгаечной роликовинтовой передачи: пат. 146718 Российская Федерация. – 2014, Бюл. № 29. – 10 с.

ADVANCED ROLL-SCREW MECHANISM OF ELECTRO-MECHANICAL DRIVES FOR AVIATION AND ROCKET TECHNOLOGY

D.S. Blinov, S.K. Leontiev, M.I. Morozov, N.V. Palchenko

The up-to-date aerospace industry items should have a high loading capacity, reliability, durability, operating speed and accuracy. From another side the items should have high performance efficiency, small mass and dimensions, good controllability, maintenance and repairing simplicity, etc. In order to combine all these requirements with the item and consequently with constituent machineries, mechanisms, assembly units and parts, it's necessary to improve constantly the item constructional design and its components, to introduce new materials and technologies, and to develop an items unequal to the national and world practice.

Such an example is the US developed roller-and-screw mechanisms (RSM) which widely and successfully have been implemented by the west countries in high-tech items e.g. in heavy-duty engine control drives of the

«Concord» supersonic passenger airliner. The service life of the most engine mechanisms without failures comprised of 15000 flight-hours. In the late 1980th the USSR realized the RSM potential and planned to build and equip in Vladimir city the special science-technical center for the RSM manufacturing study and mastering, and even its construction was initiated.

However due to the known circumstances this center was failed to be build. Nowadays it's proved that the RSMs are the most perspective screw mechanism of rolling, and underrun of the indigenous exploratory studies from the west ones is calculated in decades. Herewith the segmental research works on RSM are conducted by the Vladimir State Technical University, the N.E. Bauman Moscow State Technical University, CG «Diacont», the Federal State Unitary Enterprise «NIISU» and by other organizations. Some certain experience have been accumulated by them, the different RSM structural designs were developed, the design procedures were developed as well, the RSM prototype models were tested, etc.

The article states information on the new RSM design developed by the N.E. Bauman Moscow State Technical University and «NIISU» specialists, and its capabilities. To gain significant results in the RSM production mastering and its introduction to high-tech items it's necessary to join together all scientists and researchers, studying the RSM, coordinate their efforts and in prospect based on its mechanisms operational experience to develop technical standards and regulations.

Поступила 24 апреля 2016 года.

УВЕЛИЧЕНИЕ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ГАЗОПИТАНИЯ РАКЕТЫ-МИШЕНИ

© Авторы, 2017

М.Е. Выбрик

зам. начальника отдела, ПАО «ДНПП», г. Долгопрудный, Московская обл.

E-mail: okb@dnpp.biz

В.Н. Акимов доктор технических наук, действительный член Академии военных наук,
зам. ген. директора по науке – главный конструктор, ПАО «ДНПП», г. Долгопрудный, Московская обл.

Н.С. Зинец

начальник отдела, ПАО «ДНПП», г. Долгопрудный, Московская обл.

Исследована возможность увеличения времени работы системы газопитания ракеты-мишени, разработанной на базе ЗУР. Проведён анализ работы системы газопитания ЗУР, разработана методика доработки системы газопитания ЗУР, проведён расчёт параметров доработанной системы газопитания и приведены фактические параметры по результатам огневых стендовых испытаний.

Ключевые слова: ракета-мишень, ЗУР, система газопитания, СГП, газогенератор, регулятор, давление.

The target-missile gas-supply system operation time increase possibility was examined which is developed on the base of Surface-to-Air Missile (SAM). The SAM gas-supply system operation analysis was fulfilled, the SAM gas-supply system refinement procedure was developed, parameters estimation of improved gas-supply system was carried out, and actual parameters as a result of firing bed tests were performed.

Keywords: target-missile, SAM, gas-supply system (GSS), gas generator, controller, pressure.

Исследование возможности увеличения времени работы системы газопитания (СГП) проведено в рамках разработки ракеты-мишени на базе ЗУР средней дальности для автономного мишенного комплекса.

Целесообразность исследования обусловлена требованиями к продолжительности полёта для всех программ ракеты-мишени и минимально возможной стоимостью доработки типовой ЗУР.

СГП ракеты-мишени предназначена для выработки горячего газа высокого давления, обеспечивающего работу рулевых приводов во время полёта. Основным параметром, позволяющим управлять режимами работы газогенератора СГП является давление. При этом режимы работы СГП ограничиваются давлением, при котором происходит устойчивое горение топлива газогенератора, и давлением в рулевых приводах, достаточным для их функционирования.

В процессе исследования проведена оценка потребного расхода газа, обеспечивающего требуемый уровень давления в рулевых приводах. Рассчитан газоприход от заряда газогенератора при заданном давлении и определена величина рабочего свода топливного заряда газогенератора. Рассчитано время работы СГП ракеты-мишени по рабочему своду топливного заряда газогенератора.

Конструктивно задача увеличения времени работы СГП решена путём замены регулятора высокого давления, предназначенного для поддержания требуемого уровня давления в газогенераторе СГП. Настройка регулятора СГП ракеты-мишени на основе типовой ЗУР заключается в снижении давления открытия клапана.

Результаты огневых стендовых испытаний (ОСИ) доработанной СГП подтверждают возможность увеличения времени работы СГП типовой ЗУР средней дальности.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Акимов В.Н., Ежов Г.П., Зайвий С.А., Торлопов А.К., Эктон В.П.** Патент на промышленный образец № 87999 Ракета-мишень. ОАО «ДНПП», 2013 – 3 с.
2. **Шишков А.А., Румянцев Б.В.** Газогенераторы ракетных систем. – М.: Машиностроение, 1983. – 152 с.
3. Отчёт № 49/286-2011 по результатам ОСИ доработанной газовой системы 9М38М1.5540.000 для изд. 9М38РМ при $T = -50^{\circ}\text{C}$. – Отчёт научно-технический, ОАО «ДНПП», 2011.
4. Отчёт № 157/286-2011 по результатам ОСИ доработанной газовой системы 9М38М1.5540.000 для изд. 9М38РМ при $T = +50^{\circ}\text{C}$. – Отчёт научно-технический, ОАО «ДНПП», 2011.
5. Отчёт № 73/286-2012 по результатам отработки системы газопитания 9М38РМ.5540.000. – Отчёт научно-технический, ОАО «ДНПП», 2012.

TARGET-MISSILE GAS-SUPPLY SYSTEM OPERATION TIME INCREASE

M.E. Vibrik, V.N. Akimov, N.S. Zinetc

The gas-supply system (GSS) operation time increase possibility was conducted within frames of target-missile development works on the base of medium range surface-to-air missile (SAM) for the autonomous target complex.

The research viability is stipulated by requirements to flight duration for all target-missile programs and minimal possible refinement cost of the common SAM.

The target-missile GSS is intended for the hot gas generation of a high pressure providing flight control actuators operation in flight. The main parameter permitting to control the GSS gas generator operation modes is a pressure. Herewith the GSS operation modes are limited by the pressure at which the gas generator stable combustion is provided, and by the pressure in flight control actuators sufficient for its functioning.

The research included the estimation of gas flow demand providing the required pressure level in actuators. The gas inflow from gas-generator charge at set pressure was calculated and the value of gas-generator operating propellant web was determined. The target-missile GSS operation time was calculated according gas-generator operating propellant web.

In terms of design, the GSS operation time increase problem was solved by the high pressure controller substitution designed for required pressure level maintaining in GSS gas-generator. The target-missile GSS controller adjustment is confined in valve opening pressure decrease.

The results of firing bed tests (FBT) of the improved GSS confirm the possibility of the GSS operation time increase of the medium range common SAM.

Поступила 20 октября 2016 года.

МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ЧАСТОТЫ ОТ ВРЕМЕНИ В СИГНАЛАХ С НЕЛИНЕЙНОЙ ЧМ, ИМЕЮЩИХ СПЕКТР МОЩНОСТИ В ВИДЕ КОСИНУС В N-ОЙ СТЕПЕНИ

© Авторы, 2017

В.Н. Завалий доктор технических наук, профессор,
начальник НТЦ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: info@raspletin.com

В.С. Оконешников доктор технических наук,
советник генерального конструктора по ПРО, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

Известные выражения зависимости групповой задержки частоты от времени согласованных фильтров преобразуются в выражения, состоящие из нескольких слагаемых, которые представляют собой линейную или тригонометрическую в виде функции $\sin(x)$ зависимость групповой задержки от частоты. Вычисляются обратные функции от полученных слагаемых, которые представляют собой линейную или обратно тригонометрическую в виде функции арксинуса зависимость частоты от времени. Для каждого значения частоты ординаты (в декартовой прямоугольной системе координат) определяются абсциссы обратных функций и по этим абсциссам вычисляются зависимости частоты от времени в сигналах с нелинейной ЧМ, имеющих спектр мощности в виде «косинус в n-ой степени», где $n = 1, 2, 3, 4$.

Ключевые слова: нелинейно-частотно-модулированные (НЧМ) сигналы, зависимость групповой задержки от частоты, зависимость частоты от времени, спектр мощности, координатное вычисление.

The known dependence expressions of envelope (group) frequency delay versus time of matched filters are converted into expressions consisting of several addends which perform the linear or the trigonometric dependence (in functional form of $\sin(x)$) of group delay versus frequency. The inverse functions from obtained addends are calculated which are the linear or antitrigonometric dependence (in functional form of arcsine) of frequency versus time. For each ordinate frequency value (in Cartesian coordinate system) the inverse function abscissa is determined and according to these abscissas the dependence of frequency versus time in signals with none-linear frequency is calculated, having power spectrum in form of «cosine in n-power», where $n = 1, 2, 3, 4$.

Keywords: none-linear-frequency modulation (NLFM) signals, group delay versus frequency dependence, frequency versus time dependence, power spectrum, coordinate calculation.

Представлен метод координатного вычисления зависимостей частоты от времени сигналов с нелинейной ЧМ на основе аналитических выражений зависимостей групповой задержки от частоты согласованных фильтров этих сигналов, имеющих спектр мощности в виде косинус в n-степени. Приведены преобразования выражений зависимости групповой задержки от частоты согласованных фильтров, которые позволяют выполнить координатное вычисление зависимости частоты от времени в сигналах с нелинейной ЧМ и спектром мощности в виде косинус в n-степени. Вычислены зависимости частоты от времени сигналов с нелинейной ЧМ и спектром мощности в виде косинус во второй, третьей и четвертой степени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оконешников В.С., Павлов И.К., Пантелеев Б.М., Столетова О.Е. Опыт внедрения нелинейной ЧМ в радиолокаторы высокой мощности. Радиооптические технологии в приборостроении (РТП – 2006) // Тезисы докладов IV научно-технической конференции. – М., 2006.
2. Кук Ч., Бернфельд М. Радиолокационные сигналы: пер. с англ. / под ред. В.С. Кельзона. – М: Сов.радио, 1971 – 568 с.
3. Оконешников В.С., Завалий В.Н., Иванов А.В., Иванов В.В. Сигнал с обратной синусоидальной частотной модуляцией // Вестник воздушно-космической обороны. – М., 2017. (в печати).
4. Тельминов О.А. Метод синтеза нелинейно-частотно-модулированных сигналов с высоким динамическим диапазоном. Информационные технологии и системы управления // Сборник научных трудов. – М.: МИЭТ (ТУ), 2001. – С.19–25.

COMPUTATION METHOD OF FREQUENCY VERSUS TIME DEPENDENCE IN SIGNALS WITH NONE-LINEAR FREQUENCY MODULATION HAVING POWER SPECTRUM IN FORM OF COSINE IN N-POWER

V.N. Zavaliy, V.S. Okoneshnikov

The coordinate calculation method of frequency versus time dependence of none-linear-frequency modulation (NLFM) signals based on analytic dependence expressions of group delay versus matched filters frequency of these signals having power spectrum in form of cosine in n-power. The dependence expressions conversion of group delay versus matched filters frequency are given which permit to fulfill coordinate calculation of frequency versus time dependence in signals with NLFM and power spectrum in form of cosine in n-power. The frequency versus signals time with NLFM and power spectrum dependence in form of cosine in second-, third-, and fourth-power were calculated.

Поступила 1 ноября 2016 года.

МЕТОД РАСЧЁТА АКТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ СПЛАВА С ПАМЯТЬЮ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

© Автор, 2017

В.А. Зенин кандидат технических наук,
начальник сектора, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: info@raspletin.com

Активные элементы (АЭ) из сплавов с памятью (СП) являются базовыми элементами энергетических установок (ЭУ), преобразующих тепловую энергию в электрическую. Отсутствие широкой практической реализации конструктивных решений ЭУ на основе СП связано с недостаточными теоретическими исследованиями в данной области, в частности, не разработаны системные подходы в решении проблемы. В статье приводится метод расчёта и проектирования АЭ, предназначенных для работы в ЭУ турбинного типа, работающих в двух средах с уровнем мощности, достаточной для практического использования. Представлен пример расчёта АЭ на примере ЭУ турбинного типа.

Ключевые слова: сплавы с памятью, энергетическая установка, рекуперация, активный элемент, расчёт, проектирование, термомеханический привод.

Active elements (AE) composed of memory alloys (MA) are the base elements of heat engine (HE) which convert the thermal energy into the electrical power. The gap in wide implementation of heat engine construction solutions based on memory alloys is connected with poor theoretical research in this area, particularly, there is no system approach to the problem solving. The article provides the analysis and design method of active elements which are intended for operation in turbine-type HEs, operating in two medium with power level sufficient for the practical use. The HE analysis example is given using the turbine-type HE.

Keywords: memory alloys, heat engine, recuperation, active element, analysis, design, thermomechanical drive.

В авиастроении, космической и радиолокационной технике, как в производстве, так и в эксплуатации существуют большие потери энергии. Наиболее эффективным способом снижения потерь является применение энергетических установок (ЭУ), способных рекуперировать тепловую энергию. Основными элементами ЭУ являются активные элементы (АЭ) из сплавов с памятью (СП).

Цель статьи заключается в разработке метода расчёта и проектирования АЭ, предназначенных для работы в ЭУ турбинного типа, работающих в двух средах с уровнем мощности достаточной для практического использования.

Последовательность расчёта АЭ следующая: определение геометрических параметров ЭУ, определение количества АЭ, определение рабочих зон, расчёт движущего момента и усилия развиваемого АЭ, определение условий работоспособности, динамический расчёт.

Представленный метод учитывает циклический режим работы АЭ и взаимодействие АЭ с внешними средами. Метод позволяет производить расчёт и проектирование АЭ не только для энергетических установок, рекуперировующих тепло промышленных и технических объектов или выступающих в роли альтернативного источника энергии, но и для термомеханического привода.

В статье приведён пример расчёта АЭ энергетической установки турбинного типа. Ротор приводится в движение с помощью спиц, которые состоят из набора АЭ в виде проволоки, работающей на сжатие. Нагрев и охлаждение АЭ осуществляется воздушным путём. В результате расчёта получены следующие характеристики энергетической

установки и АЭ: предполагаемая мощность установки – 3 кВт, диаметр ротора – 550 мм, длина ротора – 300 мм, угловая скорость ротора – 5 рад/с, число спиц – 48 шт., число АЭ в каждой спице – 50 шт., диаметр АЭ – 0,73 мм, длина АЭ – 268 мм. Характеристические температуры СП: $A_n = 51\text{ }^{\circ}\text{C}$, $A_k = 51,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $M_n = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, $M_k = 49,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Стрижов Г.Ф. и др.** Тепловой двигатель // Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт металлургической теплотехники цветной металлургии и огнеупоров и Ленинградский государственный университет, SU 1812337, 30.04.93.
2. **Ооцука К. и др.** Сплавы с эффектом памяти формы: пер. с яп. – М.: Металлургия, 1990. – 221 с.
3. **Крахин О.И., Зенин В.А.** Энергетическая установка на основе элементов из сплавов с памятью // Труд VII международной конференции «Авиация и космонавтика – 2008», Москва, 20–23 октября 2008.
4. **Крахин О.И., Кузнецов А.П.** Расчёты конструкций из сплавов с памятью. – Москва: Янус-К, 2011. – 308 с.
5. **Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А.** Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 550 с., ил.
6. US 4117680, *Continuous loop shape memory effect heat engine*, Ronald H. Smith, San Francisco, California.
7. US 4257231, 24.03.1981, *Heat engine*, Ridgway M. Banks, B Stannage Ave., Berkeley, Calif.

MEMORY ALLOY-BASED ACTIVE ELEMENT ANALYSIS METHOD FOR HEAT ENGINE ENGINEERING

V.A. Zenin

There are heavy energy losses in aircraft, space and radar engineering either in the production or during operation service. The most effective way to reduce losses is to use the heat engine (HE) capable to recuperate the thermal energy. The main HE components are memory alloy-based (MA) active elements (AE). The objective of the article is to develop the analysis and engineering method of AEs intended for operation in turbine-type HEs, operating in two medium with power level sufficient for the practical use. The AE analysis sequence is the following: define the HE geometrical parameters, calculate the AE amount, estimate the operating areas, evaluate the driving torque and AE drive force, and determine the performance capability conditions, dynamic analysis.

The proposed method considers the AE cyclic operation mode and the AE interacting with external environment. The method permits to fulfill the AE analysis and engineering not only for heat engine, recuperating of industrial and technical facilities heat or acting as an alternative energy source, but for the thermomechanical drive. The article exemplifies the AE analysis of turbine-type heat engine. The rotor is driven by spokes which are consisted of a set of active elements in a shape of wire resisted to compression. The AE heat and cooling is provided by air. The analysis results showed the following characteristics of the HE and AE: estimated system power – 3 kW, rotor diameter – 550 mm, rotor length – 330 mm, rotor angular rate – 5 radian/sec, spokes number – 48 pcs, AE number in each spoke – 50 pcs, AE diameter – 0,73 mm, AE length – 268 mm. Memory alloys characteristic temperatures: $A_s = 51\text{ }^{\circ}\text{C}$ (onset of austenitic transformation), $A_f = 51,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (end of austenitic transformation), $M_s = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (onset of martensite transformation), $M_f = 49,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (end of martensite transformation).

Поступила 6 декабря 2016 года.

УДК 621.396.67

ПОКООРИНАТНЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА НУЛЕЙ В ДИАГРАММЕ НАПРАВЛЕННОСТИ АКТИВНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЁТКИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ВОЗМОЖНОСТИ АМПЛИТУДНОГО УПРАВЛЕНИЯ

© Авторы, 2017

А.О. Маничев кандидат технических наук,
начальник отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: alex_manichev@inbox.ru

В.А. Балагуровский
начальник СКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

А.С. Кондратьев кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
главный специалист направления, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: KondratyevAS@mail.ru

А.Н. Тюваев
ведущий инженер, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: Okean87@mail.ru

В статье предложены два покоординатных метода синтеза нулей в диаграмме направленности (ДН) активной фазированной антенной решётки (АФАР). Первый метод изменяет как фазы, так и амплитуды возбуждений элементов АФАР, а второй метод использует для синтеза лишь амплитуды. Получены аналитические выражения, необходимые для реализации алгоритмов предложенных методов. Представлены результаты синтеза нуля в ДН высокопотенциальной АФАР при помощи данных методов, полученные на математической модели.

Ключевые слова: синтез нулей, диаграмма направленности, амплитудное управление.

The article proposes two coordinate-wise methods for the synthesis of nulls in the directional pattern (DP) of an active phased antenna array (APAA). The first method changes both phases and excitation amplitudes of APAA elements, the second method uses for the synthesis only amplitudes. Analytic expressions that are necessary for the algorithmic implementation of the proposed synthesis methods have been obtained. The methods are applicable to the PAAs of an arbitrary geometry and take into account discreteness of the control of the element amplitudes and excitation phases. The results of the null synthesis in the APAA DP with the use of these methods have been obtained on a mathematical model.

Keywords: synthesis of pattern nulls, directional pattern, amplitude control.

Для эффективного снижения влияния помеховых сигналов на работу радиотехнической системы зачастую применяют методы синтеза нулей ДН, позволяющие сформировать в направлениях помех глубокие провалы в диаграмме направленности (ДН) активной фазированной антенной решётки (АФАР). На сегодняшний день известно большое разнообразие методов синтеза нулей ДН, которые в зависимости от типа управления амплитудно-фазовым распределением в раскрыве АФАР могут быть поделены на три категории: амплитудные, фазовые и амплитудно-фазовые. В данной статье предлагаются два новых метода синтеза нулей ДН АФАР, основанных на покоординатном подходе и использующих амплитудно-фазовое и амплитудное управление формой ДН.

В соответствии с первым методом, использующим амплитудно-фазовое управление, на каждом шаге итерационного алгоритма последовательно ищется оптимальное комплексное значение возбуждения каждого элемента АФАР, соответствующее минимуму заданного функционала. Операция поиска выполняется до тех пор, пока функционал не достигнет требуемого уровня, либо до того момента, когда после полного про-

хода по элементам АФАР все амплитуды или фазы элементов АФАР останутся неизменными.

В соответствии со вторым методом синтеза нулей ДН фиксируется исходное фазовое распределение и аналогично первому методу итерационно последовательно рассчитывается оптимальная амплитуда возбуждения каждого элемента АФАР. При этом полученное значение амплитуды может оказаться отрицательным. В этом случае предлагается использовать либо ближайшее разрешённое значение амплитуды, либо выполнить поворот фазы возбуждения элемента на 180 градусов.

Проведённое математическое моделирование предложенных методов, учитывающее ограниченность диапазона регулирования амплитудным распределением, а также дискретное управление амплитудами и фазами элементов, подтвердило высокую эффективность методов в задаче синтеза нулей ДН.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Маничев А.О., Кондратьев А.С.** Сравнительный анализ методов фазового синтеза нулей в диаграмме направленности фазированной антенной решётки // Антенны. – 2011, №9. – С.3–25.
2. **Кондратьев А.С.** Итерационный метод фазового синтеза антенных решёток // рукопись депонирована в ВИНТИ 28.09.87. № 6811-В87. – 25 с.
3. **Железняк М.М., Кашин В.А.** Оптимизация КНД антенной решётки при дополнительном условии // Радиотехника и электроника. – 1968, №11. – С. 2072–2074.

UNIVARIATE METHODS FOR THE NULL SYNTHESIS IN THE RADIATION PATTERN OF AN ACTIVE PHASED ARRAY ANTENNA USING POTENTIALITIES OF THE AMPLITUDE CONTROL

A.O. Manichev, V.A. Balagurovskiy, A.S. Kondratiev, A.N. Tyuvaev

In order to effectively decrease the effect of interference signals on operation of a radio-engineering system, the directional pattern (DP) synthesis methods are often used. Such methods allow one to form deep nulls in the directions of interference signals in the DP of the active phased antenna array (APAA). Nowadays there are lots of different DP null synthesis methods which, depending on the type of the control over the amplitude-phase distribution in the APAA aperture, could be divided into three categories: amplitude-only methods, phase-only methods, and amplitude-phase methods. The article proposes two new iterative methods for the synthesis of the APAA DP nulls, which are based on the coordinate-wise approach and use the amplitude-phase and amplitude-only controls of the DP (beam) shape.

According to the first method, which uses amplitude-phase control, at each step of the iterative algorithm, the optimum complex excitation value of the current APAA element, corresponding to the minimum of a nonlinear functional is sought. The iterations proceed successively for different APAA elements and are carried out until the functional reaches the required level or until the moment when, after the successive (may be, multi-loop) passage over all APAA elements, all amplitudes and phases of the APAA elements remain unchanged.

According to the second DP null synthesis method, the initial phase distribution is fixed and, similarly to the first method, the optimum excitation amplitude of each APAA element is iteratively and successively calculated. Here, the resulted amplitude value could be negative. In this case, it's proposed to use either the nearest allowed amplitude or change of the element excitation phase by 180 degrees.

The mathematical modeling of the proposed methods, which was performed with consideration for limitations on the range of controlled amplitudes and discrete control of both the element amplitudes and phases, confirmed the high efficiency of the proposed methods for solution of the DP null synthesis problem.

Поступила 17 ноября 2016 года.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БЛОКА ПОДРЕШЁТКИ АФАР

© Авторы, 2017

Ю.А. Шугаев

ведущий инженер-конструктор, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

E-mail: y.shugaev@yandex.ru

В.А. Абдуллин

начальник отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

В.Н. Песков

зам. начальника КТК, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

А.Н. Булысов

начальник СКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

Ю.В. Шитов

первый зам. начальника КТК, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

П.Л. Батов

начальник СКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

В статье рассмотрена конструкция блока подрешётки и входящих в его состав модулей. Рассмотрены основные принципы построения конструкции блока подрешётки. Приведены конструктивные особенности входящих модулей и компоновки этих модулей в блоке подрешётки. Рассмотрена конструкция излучающего элемента и особенности размещения излучающих элементов в блоке подрешётки. Приведена конструкция системы охлаждения блока подрешётки.

Ключевые слова: блок подрешётки, конструкция, модуль.

The article considers the subarray block constructional design and its integrated modules. The main design structure principles of the subarray block were examined. The constructional features of integrated modules and its layout in subarray block were presented. The radiating element design and installation features of radiating elements in subarray block were examined. The subarray block cooling system design was performed.

Keywords: subarray block, constructional design, module.

В статье рассмотрены основные требования к конструкции блока подрешётки, а также применённые в разработке конструкторские решения. Блок подрешётки является основной функциональной составной частью АФАР, формирующей приёмопередающую диаграмму направленности с независимым электронным сканированием.

Основной особенностью конструкции блока подрешётки является его бескорпусное исполнение. Блок подрешётки не имеет силового каркаса и внешнего корпуса. В блоке подрешётки применён модульный принцип построения, позволяющий производить контроль параметров каждого модуля, упрощающий сборку блока и обеспечивающий его ремонтпригодность. В состав блока подрешётки входят излучающие элементы, сформированные в блоки излучателей. Каждый блок излучателей спроектирован как составной магнитодиэлектрический волновод. Для обеспечения возможности контроля и настройки параметров излучателя конструкция его корпуса сделана составной. Дополнительно предусмотрен специальный механизм закрепления и позиционирования излучателей в блоке подрешётки.

Каждый приёмопередающий модуль (ППМ) блока подрешётки имеет в своем составе встроенную систему жидкостного охлаждения, в которой жидкостной канал обеспечивает охлаждение тепловыделяющих элементов с двух сторон корпуса ППМ одновременно. Для формирования канала охлаждения разработана специальная технология изготовления корпуса.

Разработанная система крепежа блока подрешётки позволяет создать сплошную апертуру всей АФАР и осуществлять необходимую замену любого блока подрешётки в процессе эксплуатации. В целом блок подрешётки позволяет максимально использовать все заложенные в него функциональные возможности не только применительно к конкретно разработанной АФАР, но и в дальнейших перспективных разработках современных антенн.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Анурьев В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1982, т.1. – 736 с.
2. **Арзамасов Б.Н., Соловьева Т.В.** Справочник по конструкционным материалам. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 640 с.

CONSTRUCTIONAL FEATURES OF APAA SUBARRAY BLOCK

U.A. Shugaev, V.A. Abdullin, V.N. Peskov, A.N. Bulisov, U.V. Shitov, P.L. Batov

The article considers the main requirements to the subarray block construction and design solutions applied during R&D works. The subarray block is the main functional component of the APAA, shaping the transceiving directional pattern with stand-alone electronic scanning.

The main constructional feature of the subarray block is its frameless perform. The subarray block has no bearing frame and outer casing. The modular construction principle is used in subarray block permitting to check out each module parameters that simplifies the block assembling and provides its repairability. The subarray block consists of radiating elements, shaped into radiators blocks. Each radiators block is designed as composite magnetodielectric waveguide. To provide adjustment and control possibility of radiator parameters its frame construction is made as a composite. Additionally it's envisaged the special radiators fastening and positioning mechanism in subarray block.

Each transmit-receive module (TRM) of subarray block has its own liquid-cooling system in which the liquid channel provides cooling of heat-producing elements by two sides of TRM frame simultaneously. The special frame manufacturing technology was developed to form the cooling channel.

The developed subarray block fastening system permits to build-up a uniform aperture of the whole APAA and carry out necessary replacement of any subarray blocks while in service. So the subarray block permits maximum using of all embedded functional capabilities not only with respect to certain developed APAA but also for the further advanced research and development works on up-to-date antennas.

Поступила 29 октября 2016 года.

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 681.3.062

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ И СОЗДАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

© Авторы, 2017

Ю.В. Безгодков

зам. начальника ОКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

E-mail: info@raspletin.com

Г.Б. Гуров кандидат технических наук,

начальник ОКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

Ю.Б. Лепихин

начальник отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

С.Ф. Семин

зам. начальника СКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

Рассматривается возможность применения технологий виртуализации при разработке на индустриальной основе программного обеспечения больших автоматизированных систем управления военного назначения. Приведены результаты макетирования большой автоматизированной системы управления в виртуальной среде на стенде. Показаны преимущества технологий виртуализации при построении подобных систем управления. Сформулирован перечень основных задач и дополнительных возможностей, решаемых при помощи технологий виртуализации, а также представлен ожидаемый технико-экономический эффект от внедрения описанных технологий.

Ключевые слова: программное обеспечение, виртуализация, автоматизированная система управления, индустриализация разработок.

The article considers the virtualization technology implementation possibility at industrial-based developing of software of large military-purpose automated control systems. The modeling results of large automated control system test bed in virtual environment were performed. The virtualization technology advantages at developing of such control systems were shown. The primary objectives and optional capabilities list was formulated which is solved thorough virtualization technologies implementation, and the expected engineering-and-economical effect due to introduction of described technologies was provided as well.

Keywords: software, virtualization, automated control system, industrial method of developments.

В настоящей статье рассматриваются проблемы создания больших автоматизированных систем управления (БАСУ), а в Военной сфере и возможные методы их решения, базирующиеся на применении технологий виртуализации.

Авторами рассмотрен вариант применения методов полной виртуализации. Отмечены большие перспективы внедрения технологий виртуализации для построения БАСУ и индустриализации методов их разработки.

Применение технологий виртуализации даёт неоспоримые преимущества перед «реальными» технологиями.

Виртуальные технологии часто дают дополнительные возможности, не предусмотренные разработчиками программного обеспечения.

Применением методов виртуализации могут быть решены следующие проблемы:

- создание универсальной платформы для разработки и модернизации БАСУ;
- снижение зависимости программного обеспечения применяемых от аппаратных средств;

- увеличение скорости развёртывания системы;
- лёгкая масштабируемость БАСУ;
- поддержка принципа модульности при создании и модернизации БАСУ.

Ожидаемый технико-экономический эффект от внедрения технологий виртуализации при построении БАСУ:

- обеспечение совместимости (индустриализация) модулей БАСУ, созданных различными коллективами разработчиков;
- значительное сокращение времени развёртывания БАСУ на объектах;
- повышение надёжности эксплуатации БАСУ, повышение отказоустойчивости и живучести системы;
- продление срока жизни существующих систем не менее, чем в 2-3 раза;
- значительное снижение расходов на техническое обслуживание;
- повышение защищённости системы.

Применение технологий виртуализации может стать универсальной основой промышленных методов разработки БАСУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мальчевская В.О. Обзор решений для построения виртуализированной ИТ-инфраструктуры, developerWorks Россия, 25.06.2014. – URL: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/index.html>.
2. Бахнупракаш Толетти. Гипервизоры, виртуализация и облако: Анализ гипервизора KVM, developerWorks Россия, 25.07.2012. – URL: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/index.html>.
3. Вильям фон Хаген. Использование виртуализации на основе KVM, developerWorks Россия, 04.08.2014. – URL: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/index.html>.
4. Бахнупракаш Толетти. Гипервизоры, виртуализация и облако: О гипервизорах, виртуализации систем и о том, как это работает в облачной среде, developerWorks Россия, 23.07.2012. – URL: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/index.html>.
5. Мэт Хэлсли. LXC: контейнерные утилиты Linux, developerWorks Россия, 14.07.2009. – URL: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/index.html>.
6. INTEL CORPORATION. *Intel Virtualization Technology Specification for the IA-32 Intel Architecture*, April, 2005.
7. Куприн А. Один на один с ALT Linux 4.1 Desktop. – Компьютерра, 17 апреля 2009.
8. Маслинский К. др. ALT Linux снаружи, ALT Linux изнутри. – ДШК-Пресс, октябрь 2006. – ISBN 5 9706-0029-6.

VIRTUALIZATION TECHNOLOGY IMPLEMENTATION AND DEVELOPING OF VERSATILE BASIS OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

Yu.V. Bezgodkov, G.B. Gurov, Yu.B. Lepikhin, S.F. Semin

The article states the developing problems of large automated control systems (LACS) in military sphere and possible ways of its solution basing on virtualization technologies implementation. The authors examined the implementation methods variant of a full virtualization. Large perspectives of virtualization technologies introduction for the LACS developing and its development methods industrialization were mentioned. The virtualization technologies implementation gives an undeniable advantage over the «real technologies». The virtualization technologies often provide auxiliary capabilities which were not foreseen by software engineers.

The following problems could be solved through virtualization methods implementation:

- build-up of multipurpose platform for the LACS developing and updating;
- decline of software dependence implemented in hardware;

- system deployment velocity increase;
- LACS easy scalability;
- modularity principle support during LACS developing and updating;

The expected engineering-and-economical effect as a result of virtualization technologies introduction during LACS developing is the following:

- LACS modules assuring compatibility (industrial development) developed by various software engineering groups;
- Considerable LACS deployment time at facilities;
- LACS operational reliability improvement, system resilience and endurance increase;
- Life cycle extension of existing systems to not less than 2-3 times;
- Considerable cost reduction for technical maintenance;
- System security improvement.

The virtualization technologies implementation could a versatile basis for industrial LACS development methods.

Поступила 24 октября 2016 года.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

УДК 623.764

СИСТЕМА ПРО МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ AEGIS КАК ЭЛЕМЕНТ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРОТИВОРАКЕТНОЙ ОБОРОНЫ США

© Авторы, 2017

Г.Б. Гуров кандидат технических наук,
начальник ОКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

С.В. Голубчиков кандидат технических наук,
начальник отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: gsv_64@list.ru

М.В. Жестев кандидат технических наук,
первый зам. начальника, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
В.И. Колесниченко доктор технических наук, профессор,
зам. начальника, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

Рассмотрены основные направления развития системы противоракетной обороны США и её морской компоненты, основу которой составляет система AEGIS. Даны состав и боевые возможности системы ПРО AEGIS, корабли, оснащённые этой системой, планы по созданию глобальной сетевой системы ПРО морского базирования странами блока НАТО и их союзниками.

Ключевые слова: противоракетная оборона, баллистическая ракета, противоракета, противоракетный комплекс, радиолокационная станция.

The main development directions of the US missile defense system and its naval component, the principal of which is the AEGIS ballistic missile defense (BMD) system, were examined. The composition and combat capabilities of AEGIS BMD system; ships that are equipped with this system, development plans of sea-based missile defense global network system by NATO countries and its allies were provided.

Keywords: Ballistic Missile Defense, ballistic missile, interceptor, countermissile system, radar station.

Основу морского компонента глобальной системы ПРО США составляют крейсера проекта Ticonderoga (CG-47) и эсминцы проекта Arleigh Burke (DDG-51), оснащённые модернизированной многофункциональной системой управления оружием (МСУО) AEGIS BMD 5.0 и противоракетами SM-2 Block IV, SM-3 различных модификаций, а также SM-6.

Стратегическое значение морского компонента американской системы ПРО заключается в усилении и дополнении ею других компонентов глобальной сетевой системы ПРО США при условии достижения следующих конечных результатов программы полного развертывания модернизированной МСУО AEGIS:

– обеспечение перехвата всех типов аэродинамических целей на всех возможных высотах их полёта и поражение баллистических ракет (БР) малой, средней и промежуточной дальности ракетами SM-2/SM-6 и SM-3 на разгонных и маршевых участках траектории полета в рамках региональной системы ПРО;

– поражение аэродинамических целей, тактических БР и БР средней дальности на конечном участке траектории их полёта ракетами SM-2 Block IV/SM-6 и SM-3 последних модификаций при организации объектовой системы ПРО;

– обнаружение запусков и сопровождение БР большой дальности с передачей параметров целей разведывательным и информационным элементам глобальной системы ПРО США для обеспечения захвата таких целей стационарными РЛС и последующего их перехвата наземными противоракетными комплексами GMD или THAAD.

Главным достоинством системы AEGIS является возможность объединить под общим управлением все боевые системы корабля, от универсальных артиллерийских и зенитных ракетных комплексов до крылатых ракет дальнего действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Васильев В.А., Голубчиков С.В., Новиков В.К.** Основы противодействия перспективным системам противоракетной обороны противника. – М.: РВСН, 2000. – 348 с.
2. Противоракетная оборона: противостояние или сотрудничество? / под ред. А. Арбатова и В. Дворкина; Моск. Центр Карнеги. – М.: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2012. – 367 с.
3. **Голубчиков С.В.** Перспективы развития системы ПРО морского базирования AEGIS // Морской сборник. – 2015, № 2(2015). – С.67–76.
4. **Голубчиков С.В., Новиков В.К., Жестев М.В., Колесниченко В.И.** Противоракетная оборона Японии, Южной Кореи, Австралии как составные элементы глобальной противоракетной обороны // Вестник Академии Военных Наук. – 2016, № 2(55).
5. **Козин В.** «Иджис» – прямая угроза России // Журнал «Национальная оборона». – 2013, июль, № 7.

AEGIS SEA-BASED BALLISTIC MISSILE DEFENSE WEAPON SYSTEM AS THE US GLOBAL MISSILE DEFENSE ELEMENT

G.B. Gurov, S.V. Golubchikov, M.V. Zhestev, V.I. Kolesnichenko

The base of the US Global Missile Defense system naval component is the Ticonderoga (CG-47) type cruisers and Arleigh Burke (DDG-51) type destroyers, equipped with updated multifunctional weapon control system (AEGIS Weapon System) AEGIS BMD 5.0 and with SM-2 Block IV, SM-3 of different modifications and SM-6 interceptors.

The strategic role of the US Global Missile Defense system naval component concludes in augmentation and supplement of other US GMD components under condition of achieving the following final results in full deployment of updated AEGIS Weapon System program:

- Provide aerodynamic targets interception of all types at all possible altitudes and destruction of small, medium and intermediate range ballistic missiles (BM) with SM-2/SM-6 и SM-3 missiles at boost and midcourse phase within the frames of regional missile defense system;
- Engagement of aerodynamic targets, tactical BM, medium range BM at terminal phase with SM-2 Block IV/SM-6 и SM-3 missiles of different modifications during organization of point (terminal) missile defense;
- Detection of launches and tracking of long range BM with target designation to reconnaissance and informational US GMD elements to provide the targets lock-on by stationary radars and its interception by ground-based missile defense complexes of GMD or THAAD systems;
- The primary advantage of AEGIS System is the possibility to join under the common control of all ship combat systems including multipurpose gun mounts, AA missile system and long range cruise missiles.

Поступила 8 февраля 2017 года.

НАУЧНЫЕ РЕЦЕНЗИИ И ОТЗЫВЫ



Антохина Ю.А., Бабуров С.В., Бестугин А.Р., Переломов В.Н., Саута О.И. Развитие навигационных технологий для повышения безопасности полетов: монография / под ред. Шатракова Ю.Г. – СПб.: ГУАП, 2016. – 298 с.

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор Яковлев В.Т., д-р техн. наук, профессор Б.В. Пономаренко.

В книге оцениваются вопросы повышения безопасности полётов на малых высотах. Рассматривается перспективное научное направление по созданию комплексных систем обеспечения навигации и посадки летательных аппаратов при выполнении маловысотных полётов, в том числе при взлёте и посадке. Авторы уделяют внимание перспективным технологиям создания комплексных систем безопасности на основе различных навигационных полей. Представленные в монографии результаты позволили разработать новый методологический подход к решению задач повышения безопасности полётов летательных аппаратов как путём использования технологий глобальной навигационной спутниковой системы по отдельности в системах предупреждения столкновений с землей (СПС) и в системах спутниковой посадки (ССП), так и путем применения новых методов при комплексном использовании СПС и СПП.

Монография предназначена для специалистов радиотехнического профиля: радиолокация, радионавигация, навигация и управление воздушным движением, системный анализ, разработка и моделирование радиотехнических систем.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, гранты № 15-07-00065-а и № 16-07-00030-а.