Включён в Перечень ВАК

ВЕСТНИК

воздушно-космической обороны

Научно-технический рецензируемый журнал

Выпуск № 3(19), 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

☎ редакции (499) 940-02-22
доб. 79-06, 14-99, 17-23, 16-00
E-mail: aspirantura@gskb.ru
izd.group@gskb.ru

Вестник воздушно-космической обороны:
Научно-технический журнал/
ПАО «НПО «Алмаз», 2018 г.
№ 3(19). С. 1–132

Подписано в печать 14.09.2018 г.
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 7,2. Тираж 1000 экз.
Заказ № 128668

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.

ISSN 2311-830X

Цена за 1 экз. – 600 руб.

CONTENTS

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

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).

Включён в перечень ВАК по группам научных специальностей:

05.12.00 – Радиотехника и связь;

05.27.00 – Электроника.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ВКО

УДК 331.108

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА И ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ

Н.А. Балукова
ведущий методист, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: info@raspletin.com

Рассмотрена проблематика развития кадрового потенциала предприятий, обеспечивающих создание систем воздушно-космической обороны, в условиях интенсивного развития цифровой экономики в России.

***Ключевые слова**: автоматизация, образовательные программы, повышение квалификации, профессиональные компетенции, профессиональная переподготовка, учебный план, цифровая экономика.*

The article examines the problematics of human resource development of enterprises manufacturing an air and missile defense systems in conditions of intensive development of digital economy in the Russian Federation.

***Keywords:** automatization, educational programs, professional development, professional competence, professional retraining, syllabus, digital economy.*

В статье показано, что возрастающее научное и технологическое развитие влечёт вымывание ряда компетенций и связанных с ними профессий, заменяемых автоматизацией и внедрением элементов искусственного интеллекта. При этом одним из возможных путей возвращения к практической деятельности экономически активных субъектов является реализация цифровой экономики, в первую очередь, ориентированной на коммерческую составляющую.

Анализ показывает, что в складывающейся ситуации единственным решением является постоянное пополнение профессиональных компетенций (знаний) работников, учитывающих происходящие изменения в сфере профессиональной деятельности.

На предприятиях оборонно-промышленного комплекса требуются адекватные основным направлениям деятельности предприятий образовательные программы повышения квалификации, профессиональной переподготовки, непрерывного профессионального развития кадров, направленные на совершенствование необходимых работникам ключевых компетенций, обеспечивающих их готовность реализовывать современные научные и технологические вызовы.

Реализация подобного методического подхода крайне важна в сфере ОПК для предприятий, связанных с разработкой высокотехнологичных наукоёмких систем вооружения, которые должны содержать в себе передовые тенденции развития самых различных областей науки и техники.

В качестве примера приведен учебный план дополнительной профессиональной программы повышения квалификации и учебный план образовательной программы по формированию профессиональных навыков, реализуемые в ПАО «НПО «Алмаз».

ЛИТЕРАТУРА

1. *URL: http://www.skolkovo.ru > public/media/documents* (дата обращения: 08.04.2018).
2. ***Autor D., Dorn D., Hanson G.*** (2013-10-01). *The China Syndrome: Local Labor Market Effects of Import Competition in the United States / American Economic Review.* 103(6):2121-2168 (дата обращения: 10.04.2018).
3. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 года № 203 (дата обращения: 12.04.2018).
4. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 года № 1632-р (дата обращения: 12.04.2018).
5. *URL: http://www.glossary.ru:* Сетевая экономика (дата обращения: 18.04.2018).
6. *URL: http://www.raspletin.com* (дата обращения: 18.04.2018).

RUSSIA DIGITAL ECONOMY AND DEFENSE INDUSTRY COMPLEX

N.A. Balukova

The article states that the growing science and technological development leads to removal of number of competence and profession associated with it, which are substituted by automatization and introducing of artificial intelligence elements. Herewith, one of the possible ways to retain the practical activity of economically active entities is implement the digital economy, which is foremost, oriented to commercial constituent.

The analysis shows that in the evolving situation the sole solution is the constant acquisition of professional competence (knowledge) of employees, considering the ongoing changes in professional activity.

At enterprises of the defense industry complex (DIC), the adequate to main areas of enterprises activity programs are required: educational professional development, professional retraining, continuous professional employee development programs, which directed to improvement of necessary to workers key competence providing their readiness to realize the modern science and technological challenges.

The implementation of such a methodological approach is crucial in DIC sphere for enterprises connected with development of high-technology science-based weapon systems, which should comprise the advanced development trends of different science and technology areas.

As an example, the syllabus of additional professional development program and educational program plan on professional skills shaping, implemented at the PJSC «RMA «Almaz» were introduced.

Поступила 17 мая 2018 года.

УДК 621.396.969.1

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ИСПЫТАНИЙ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ПОЛИГОНЕ, НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

В.И. Лобейко *доктор технических наук, профессор,*
председатель научно-методического совета, войсковая часть 15644, г. Знаменск, Астраханская обл.
E-mail: lobeykov@mail.ru
О.В. Кислов
командир в/ч, войсковая часть 15644, г. Знаменск, Астраханская обл.
С.П. Литвинов *кандидат технических наук,*
зам. командира в/ч по НИИР, войсковая часть 15644, г. Знаменск, Астраханская обл.
С.П. Соколов *доктор технических наук,*
зам. начальника НТЦ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

В статье анализируется существующая система испытаний вооружения и военной техники на межвидовом полигоне, а также научно-методическое обеспечение для её экспериментальной отработки. На основе анализа недостатков существующей системы испытаний и имеющихся возможностей предлагаются пути создания инновационной системы полигонных испытаний на межвидовых полигонах.

***Ключевые слова**: система полигонных испытаний, показатели эффективности, натурный, полунатурный, модельный, дуэльный эксперимент, внутрисистемная информация, внешнетраекторные и радиотелеметрические измерения.*

The article analyses the current testing system of armaments and military equipment at joint service firing range, and scientific-methodological support for its experimental exercise. Based on shortfalls analysis of the current testing system and available capabilities the development routes of innovative field-testing system at joint firing ranges were proposed.

***Keywords:** field-testing system, performance indicators, full-scale experiment, in-line simulation, model experiment, duel experiment, intersystem information, extra trajectory and radiotelemetering measurements.*

В статье приводится углубленный анализ системы испытаний вооружения и военной техники, существующей в настоящее время на межвидовом полигоне. Рассмотрены система полигонных испытаний, реализующая метод натурных испытаний, а также система, реализующая опытно-теоретический метод испытаний.

Обоснованно показано, что система второго типа осуществляет оценку эффективности вариантов боевого применения группировки, включающей в себя штатный испытываемый образец ВВТ. При этом, в отличие от системы первого типа, применяются все три известных вида эксперимента: натурный, полунатурный и модельный.

В статье предлагаются пути создания инновационной системы полигонных испытаний на межвидовых полигонах, лишенной существующих недостатков.

Базовую основу инновационной системы полигонных испытаний составляет программно-математическое обеспечение обработки данных полигонных испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Шаракшанэ А.С., Железнов И.Г.** Испытания сложных систем. – М.: Высшая школа, 1974. –184 с.
2. **Шаракшанэ А.С. и др.** Сложные системы. – М.: Высшая школа, 1997. – 247 с.

3. Элементы теории испытаний и контроля технических систем / под ред. Р. М. Юсупова. – Л.: Энергия, 1978. – 192 с.
4. **Железнов И.Г., Семенов Г.П.** Комбинированная оценка характеристик сложных систем. – М.: Машиностроение, 1976. – 186 с.
5. **Червоный А. и др.** Вероятностные методы оценки эффективности вооружения. – М.: Воениздат, 1979. – 95 с.
6. **Поспелов Д.А.** Ситуационное управление: теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 238 с.
7. **Лобейко В.И., Лобанов В.В., Тарасенко Н.Н.** Теория ситуационного управления как основа синтеза инновационной системы полигонных испытаний зенитного ракетного оружия // Журнал «Вестник воздушно-космической обороны». – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2016, Выпуск 3(11). – С.12–16.

ANALYSIS OF CURRENT TESTING SYSTEM OF ARMAMENTS AND MILITARY EQUIPMENT AT FIRING RANGE, SCIENTIFIC-METHODOLOGICAL SUPPORT FOR EXPERIMENTAL EXERCISE OF ARMAMENTS AND MILITARY EQUIPMENT

V.I. Lobeyko, O.V. Kislov, S.P. Litvinov, S.P. Sokolov

The article states an in-depth analysis of the armaments and military equipment (AME) testing system available at joint service firing range up to date. The field-testing system, realizing the full-scale method, and the system that realizes the experiment-theoretical testing method, were examined as well. It was rationalized that the second type system provides an efficiency variants estimation of grouping combat use, including the organic tested AME prototype. Herewith, as opposed to the first type system, all three known experiment types were implemented: full-scale, in-line simulation and model experiments. The development routes of innovative field-testing system at joint firing ranges, deficient of substantial shortfalls, were proposed in the article. The basis for the innovative field-testing system is a software-mathematical support of field-testing data processing.

Поступила 12 января 2018 года.

УДК 621.396.969.1

СИСТЕМА ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ – ОСНОВА ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИГОННЫХ ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКИХ СИЛ

В.И. Лобейко *доктор технических наук, профессор,*
председатель научно-методического совета, войсковая часть 15644, г. Знаменск, Астраханская обл.
E-mail: lobeykov@mail.ru
А.А. Кудряшов
начальник НИИЦ, войсковая часть 15644, г. Знаменск, Астраханская обл.
С.А. Горемыкин
зам. начальника НИИЦ, войсковая часть 15644, г. Знаменск, Астраханская обл.
С.А. Князев
начальник НИИУ, войсковая часть 15644, г. Знаменск, Астраханская обл.

На основе использования всех видов информации полигонных испытаний (внутрисистемной, траекторной, радиотелеметрической), учитывая при этом её разную инвариантность к испытываемым средствам, а также на основе использования фреймовых моделей для событийной обработки, предложена инновационная система объективного контроля для межвидовых полигонов.

***Ключевые слова**: система полигонных испытаний, система объективного контроля, внутрисистемная, траекторная, радиотелеметрическая информация.*

On the base of all types of using information at firing range (intersystem, trajectory, radiotelemetering information), considering thus its different invariance to tested capabilities, and on the base of frame models use for event processing, the innovative system of objective control for joint service firing ranges was proposed.

***Keywords:** field-testing system, objective control system, intersystem, trajectory, radiotelemetering information.*

Важнейшим условием реализации инновационной системы полигонных испытаний средств Воздушно-космических Сил, обеспечивающей одновременное испытание на межвидовом полигоне систем обороны и систем нападения в реальном дуэльном эксперименте, является наличие соответствующей системы объективного контроля.

Она основывается на одновременном использовании всех видов информации полигонных испытаний (внутрисистемной, траекторной, телеметрической), учитывая при этом их разную инвариантность к испытываемым средствам. Что позволяет создавать достоверную событийную картину поведения испытываемых средств в реальных условиях боевого применения.

Предложенная система объективного контроля обеспечивает новый уровень достоверности и информативности испытаний. В том числе, получение полного объёма информации о воздушной обстановке, эволюции поведения объектов как системы нападения, так и системы обороны, а также о действиях испытываемых образцов Воздушно-космических Сил и всей группировки Воздушно-космических Сил, создаваемой для их комплексной оценки на межвидовом полигоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лобейко В.И., Лобанов В.В., Тарасенко Н.Н.** Теория ситуационного управления как основа синтеза инновационной системы полигонных испытаний зенитного ракетного оружия // Журнал «Вестник воздушно-космической обороны» – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2016, Выпуск 3(11). – С.12–16.
2. **Шаракшанэ А.С., Железнов И.Г.** Испытания сложных систем. – М.: Высшая школа, 1974. – 184 с.

3. **Шаракшанэ А.С. и др.** Сложные системы. – М.: Высшая школа, 1997. – 247 с.
4. Элементы теории испытаний и контроля технических систем / под ред. Р.М. Юсупова. – Л.: Энергия, 1978. – 192 с.
5. **Железнов И.Г., Семенов Г.П.** Комбинированная оценка характеристик сложных систем. – М.: Машиностроение, 1976. – 186 с.
6. **Червоный А. и др.** Вероятностные методы оценки эффективности вооружения. – М.: Воениздат, 1979. – 95 с.
7. **Поспелов Д.А.** Ситуационное управление: теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 238 с.

OBJECTIVE CONTROL SYSTEM – THE BASIS OF FIELD-TESTING INNOVATIVE SYSTEM IN AEROSPACE FORCES

V.I. Lobeyko, A.A. Kudryashov, S.A. Goremykin, S.A. Knyazev

The major condition of realization of innovative field-testing system of Aerospace Forces capabilities, providing the simultaneous testing of defensive and offensive systems in real duel experiment at joint service firing ranges, is the presence of corresponding system of objective control. It is based on simultaneous use of all types of information of firing range tests (intersystem, trajectory, telemetering information), considering thus its different invariance to tested capabilities. That allows creating credible event-driven behaviour picture of tested systems in real field conditions. The offered objective control system provides a new level of reliability and informativeness of conducted tests. Including, obtaining of full volume information on air situation, evolving of objects behaviour of defensive and offensive systems, and on operations of tested items of Aerospace Forces and all grouping of Aerospace Forces, formed for its complex estimation at joint service firing range.

Поступила 8 февраля 2018 года.

ПРИМЕНЕНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ ВКО

УДК 621.396

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ И РАДИОМАЯЧНЫХ КОРАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОСАДКИ

К.Б. Амелин
инженер II категории, АО «ВНИИРА», г. Санкт-Петербург
E-mail: kostya_amelin@mail.ru
О.И. Саута *доктор технических наук,*
начальник научно-исследовательского сектора, АО «ВНИИРА», г. Санкт-Петербург
E-mail: sauta@navigat.ru

Приведены результаты статистической обработки зарегистрированных на борту летательных аппаратов отклонений от заданной траектории при выполнении заходов на посадку на авианесущий корабль при использовании радиолокационной системы миллиметрового диапазона радиоволн и микроволновой радиомаячной системы посадки. Полученные результаты могут быть использованы для повышения точности и достоверности сигналов наведения при посадке, формируемых в алгоритмах комплексной обработки информации в бортовых вычислительных устройствах летательных аппаратов и выдаваемых на бортовые индикаторы или в систему автоматического управления летательного аппарата.

Ключевые слова: *посадочный радиолокатор, микроволновая система посадки, статистические характеристики сигналов наведения, натурные испытания.*

The results of statistical analysis deviations from the trajectory recorded aboard during landing approaches to aircraft carrier using a millimeter radio wave range radar system and radiobeacon microwave landing system. The results can be used to improve the accuracy and reliability of landing guidance signals generated by complex information processing algorithms of onboard aircraft computing devices and given out in onboard indicators or in automatic control system of the aircraft.

Keywords: *landing radar, microwave landing system, statistical characteristics of guidance signals, field (full-scale) test.*

Эффективность применения морской авиации в значительной степени зависит от характеристик инструментальных систем корабельной посадки. В настоящее время широкое применение находят посадочные радиолокационные комплексы и системы микроволновой посадки. Для разработчиков бортовых навигационно-посадочных комплексов летательных аппаратов морской авиации большой интерес представляет характер поведения ошибок сигналов наведения на разных участках глиссады захода на посадку в реальных условиях эксплуатации.

Работа посвящена исследованию статистических характеристик сигналов наведения при выполнении инструментального захода на посадку на корабль с использованием посадочного радиолокатора и радиомаячной системы сантиметрового диапазона радиоволн.

Получены оценки статистических характеристик сигналов наведения посадочного радиолокатора и системы микроволновой посадки. Построены графические зависимости величин погрешностей сигналов наведения от дальности до расчетной точки посадки. Выявлены харак-

терные особенности поведения ошибок сигналов наведения для рассмотренных систем и предложены модели ошибок.

Результаты оценки могут использоваться при разработке алгоритмов комплексной обработки информации в навигационно-посадочных комплексах летательных аппаратов с целью повышения эффективности применения и точности посадки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по радиолокации / под ред. М. Сколника; Т.1. / под ред. Я.С. Ицхоки. – М.: Сов. Радио, 1976. – 456 с.
2. Авиационная электросвязь, Т.1. Радионавигационные средства. Международные стандарты и Рекомендуемая практика. – Канада, Монреаль: ИКАО, изд. 6, 2006. – 612 с.
3. **Ярлыков М.С.** Статистическая теория радионавигации. – М.: Радио и связь, 1985. – 344 с.
4. **Харин Е.Г., Копылов И.А.** Технологии лётных испытаний бортового оборудования летательных аппаратов с применением комплекса бортовых траекторных измерений. – М.: МАИ-ПРИНТ, 2012. – 360 с.
5. **Амелин К.Б., Саута О.И.** Инструментальные погрешности радиолокационных систем посадки // Авионика: сборник научных статей по материалам I Всероссийской НПК (17-18 марта 2016 год) – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2016. – С.13–16.
6. **Кузнецов А.А., Дубровский В.И., Уланов А.С.** Эксплуатация средств управления воздушным движением: Справочник. – М.: Транспорт, 1983. – 256 с.
7. **Антохина Ю.А., Бабуров С.В., Бестугин А.Р., Переломов В.Н., Саута О.И.** Развитие навигационных технологий для повышения безопасности полётов / под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.Г. Шатракова. – Министерство образования и науки Российской федерации. – СПб.: ГУАП, 2016.
8. **Саута О.И., Губкин С.В.** Статистические характеристики азимутально-дальномерной информации РСБН при посадке ЛА // Вопросы радиоэлектроники. – 1987, Сер. ОВР, Вып.7. – С.23–29.

ESTIMATION OF RADAR AND RADIOBEACON INSTRUMENTAL AIRCRAFT CARRIER LANDING SYSTEM ERRORS

K.B. Amelin, O.I. Sauta

The effectiveness of naval aviation is heavily dependent on the characteristics of the ship's instrument landing systems. Currently the radar landing systems and microwave landing systems are widely used. Characteristics of guidance signal errors under field conditions on various sites of a glide path draw an utmost interest for design engineers of onboard navigation and landing systems for naval aviation aircraft. The article relates to research of the guidance signals statistical characteristics for instrument landing approach to aircraft carrier using landing radar and radiobeacon microwave landing system. As a result, the estimation of guidance signals statistical characteristics for landing radar and microwave landing system was obtained. The characteristic curves of guidance signal errors value versus distance to the estimated landing point have been plotted. The specific features of guidance signal errors behavior for considered systems have been revealed and error models have been proposed. The result of estimation can be used for development of complex information processing algorithms of onboard navigation and landing systems to improve operational effectiveness and landing accuracy.

Поступила 1 февраля 2018 года.

ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

УДК 621.3.049.77.621.793

РАСЧЁТ ФУНКЦИИ ПОПРАВОК ПРИ КОНТРОЛЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДЯЩИХ ПЛЁНОК ДАТЧИКАМИ С ПРЯМОУГОЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ЗОНДОВ

А.А. Арешкин *доктор технических наук, профессор,*
ведущий инженер, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: info@raspletin.com

Определена функция поправок для четырёхзондового метода, с прямоугольным расположением зондов в датчиках, при контроле удельного сопротивления тонкопленочных элементов интегральных микросхем ограниченных размеров. Установлено влияние на точность измерения удельного сопротивления тонких плёнок расстояния удаления токовых зондов от непроводящих границ контролируемого образца.

***Ключевые слова**: зондовые методы контроля, четырёхзондовый метод, датчики контроля, интегральные микросхемы, удельное сопротивление, удельное поверхностное сопротивление, тонкие плёнки.*

The correction relationship for four-probe method was defined, with rectangular probe configuration in sensors, at control of thin-film components specific resistance of small-scale integrated microcircuits. The influence of removal distance of current probes from nonconducting limits of controlled sample on measurement accuracy of thin-films specific resistance was determined.

***Keywords:** probe control methods, four-probe method, control sensors, integrated microcircuits, specific resistance, sheet resistance, thin-films.*

Определена функция поправок для четырехзондового метода, с прямоугольным расположением зондов в датчиках, при контроле удельного сопротивления тонкопленочных элементов интегральных микросхем ограниченных размеров. Установлено влияние на точность измерения удельного сопротивления тонких пленок расстояния удаления токовых зондов от непроводящих границ контролируемого образца. Приведены аналитические зависимости функции поправок при контроле удельного и удельного поверхностного сопротивления для конструкций четырехзондовых прямоугольных датчиков, с расположением зондов по периметру измеряемого пленочного образца, формируемого в процессе осаждения в вакууме.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Арешкин А.А.** Зондовый метод контроля электрофизических параметров при изготовлении микрополосковых СВЧ-устройств // Журнал «Вестник воздушно-космической обороны». – М.: ПАО «НПО «Алмаз», Выпуск 1(17). – С.35–41.

CALCULATION OF CORRECTION RELATIONSHIP AT SPECIFIC RESISTANCE CONTROL OF CONDUCTIVE FILMS BY SENSORS WITH RECTANGULAR PROBE CONFIGURATION

A.A. Areshkin

The correction relationship for four-probe method was defined, with rectangular probe configuration in sensors, at control of thin-film components specific resistance of small-scale integrated microcircuits. The influence of removal distance of current probes from nonconducting limits of controlled sample on measurement accuracy of thin-films specific resistance was determined.

The analytical dependences of correction relationship at control of specific and sheet resistance for four-probe rectangular sensor structures, with probes arrangement along the perimeter of measured film sample, formed during deposition process in vacuum were performed.

Поступила 27 февраля 2018 года.

УДК 621.385.632

РАЗРАБОТКА ИМПУЛЬСНОЙ 80ВТ ЛБВ 3-ММ ДИАПАЗОНА

Е.А. Богомолова
ведущий инженер, АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино, Московская обл.
E-mail: yaea89@inbox.ru

Представлены результаты проектирования отдельных узлов ЛБВ W-диапазона с выходной мощностью 80 Вт, рабочей полосой частот 1 ГГц, ускоряющим напряжением 17.5 кВ и коэффициентом усиления 40 дБ. Рассмотрен вопрос технологии изготовления замедляющей системы (ЗС) и согласующих элементов конструкции.

***Ключевые слова**: ЛБВ, миллиметровый диапазон, замедляющая система, петляющий волновод, цилиндрический пучок, магнитная периодическая фокусирующая система (МПФС), ввод/вывод энергии.*

The designing results of separate components of low-voltage W-band TWT are presented. The tube has 80 W CW output power, 1 GHz bandwidth, 17.5 kV accelerating voltage and 40 dB gain. The problems of precise fabrication of slow-wave structure (SWS) and coupling circuits are considered.

***Keywords:** traveling-wave tube (TWT), millimeter range, slow-wave structure, folded waveguide, cylindrical beam, periodic permanent-magnet (PPM) focusing structure, power input/output.*

В статье представлены результаты проектирования отдельных узлов ЛБВ W-диапазона с выходной мощностью 80 Вт, рабочей полосой 1 ГГц, ускоряющим напряжением 17.5 кВ и коэффициентом усиления 40 дБ.

Предложена модифицированная конструкция замедляющей системы типа «петляющий волновод». В традиционную конструкцию были введены индуктивные элементы в виде короткозамкнутых отрезков в Е-плоскости, это обеспечило требуемую полосу рабочих частот при достаточно высоком сопротивлении связи.

Рассмотрены проблемы прецизионного изготовления замедляющей системы и согласующих элементов. Предложено отказаться от пайки отдельных диафрагм замедляющей системы, а также входного и выходного волноводов, путем изготовления узлов ЛБВ из единой заготовки с последующей термокомпрессией. Были спроектированы и рассчитаны входной и выходной согласующие трансформаторы для такой системы. Максимальное расчетное значение КСВн всей системы (с трансформаторами и окнами вывода энергии) в рабочей полосе 1 ГГц – 1.07.

Предложены конструкции электронно-оптической системы и магнитной периодической фокусирующей системы.

Расчетная выходная мощность в рабочей полосе составила 80 Вт и расчетный коэффициент усиления – 42 дБ, что в 2.5 раза больше соответствующих величин в аналоге на основе замедляющей системы типа ЦСР.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рожнев А.Г., Рыскин Н.М., Каретникова Т.А., Торгашов Г.В., Синицын Н.И., Шалаев П.Д., Бурцев А.А.** Исследование характеристик замедляющей системы лампы бегущей волны миллиметрового диапазона с ленточным электронным пучком // Изв. Вузов. – Радиофизика, 2013, Т.56, №8-9. – С.601–613.
2. **Григорьев А.Д.** Проектирование усилительного клистрона W-диапазона // Электронная техника. Сер. 1. СВЧ-техника. – 2015, вып. 4(527). – С.22–27.
3. **Григорьев А.Д.** Проектирование лампы бегущей волны миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов // Электронная техника. Сер. 1. СВЧ-техника. – 2015, вып. 4(527). – С.28–34.
4. **Ракова Е.А.** Проектирование ЛБВ W-диапазона с замедляющей системой на алмазном теплоотводе // Успехи современной радиоэлектроники. – 2016, №2. – С.51.
5. ***Makhalov P.** Design and modeling of slow-wave 260 GHz tripler // IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology, 2015, V.5, №6. – P.1048.*

6. ***Yin Y.*** *Simulation and experiments of a W-band extended interaction oscillator based on a pseudospark-sourced electron beam // IEEE Transactions on electron devices.* – 2016, V.63, №1. – *P.*512.
7. ***Shi X.*** *Theoretical and experimental research on a novel small tunable PCM system in staggered double vane TWT // IEEE Transactions on electron devices*. – 2015, *V.*62, №12. – *P.*4258.
8. ***Carol Kory L., Dayton James A., Gerald Jr. Mearini T. and Lueck Matthew***. *Microfabricated 94 GHz TWT // Proceedings of IVEC.* – 2014. – *P.*175–176.
9. **Белявский Б.А., Бородин В.А., Носовец А.Ф.** Мощные импульсные ЛБВ миллиметрового диапазона // Сборник статей четвертой всероссийской конференции «Электроника и микроэлектроника СВЧ». – 2015, том 1. – С.176.
10. **Иванов А.А., Соколова Н.В.** Разработка ЛБВ 3 мм диапазона // Материалы XVII координационного научно-технического семинара по СВЧ технике. – 2011. – С.28.
11. ***Gamzina Diana, Barchfeld Robert, Zhao Jinfeng, Domier Calvin*** *220 GHz Ultra Wide band TWTA: Nano CNC fabrication and RF testing // 14th IEEE International Vacuum Electronics Conference IVEC. – 2013, Paris, France.*
12. ***Ryskin N.M., Karetnikova T.A., Rozhnev A.G.*** *Development and modeling of a sheet-beam sub-THz traveling wave tube // abstract of the sixteenth IEEE International Vacuum Electronics Conference IVEC. 2015, Beijing, China. – S.19.2.*
13. **Галдецкий А.В., Ракова Е.А.** Планарная замедляющая система мм-диапазона – проектирование и исследование технологии изготовления // Материалы 26 Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». – 2016, том.1. – С.339.

DESIGNING OF W-BAND TWT WITH 80 W CW POWER

E.A. Bogomolova

The article states designing results of separate components of low-voltage W-band TWT with 80 W CW output power, 1 GHz bandwidth, 17.5 kV accelerating voltage and 40 dB gain.

The modified slow-wave structure of «folded waveguide» type was proposed. The L elements (inductive) in form of short-circuited segments in E-plane were introduced into the traditional structure that provided the required bandwidth at a quite high coupling resistance.

The problems of precise fabrication of slow-wave structure (SWS) and coupling circuits were examined. It was proposed to avoid soldering of SWS separate irises (diaphragm), and input and output waveguides as well, through TWT elements fabrication from a single slug with subsequent thermocompression bending. The input and output matching transformers were designed and calculated for such system. The maximum estimated value of voltage standing-wave ratio (VSWR) for all system (with transformers and window output) in 1 GHz bandwidth is 1.07.

The electron-optical system and periodic permanent-magnet focusing structure design were proposed.

The estimated output power in bandwidth comprised 80 W and estimated gain – 42 dB, that in 2.5 times more than corresponding values in analogue based on SWS of coupled cavities chain (CCC) type.

Поступила 28 марта 2018 года.

УДК 621.396.96

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГООБЗОРНОГО НАКОПЛЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХАФА

А.В. Голубев
начальник учебной лаборатории кафедры радиотехнического вооружения, ЯВВУ ПВО, г. Ярославль
С.А. Егоров
начальник РЛС ИСАНА ЛИЦ, 929 ГЛИЦ МО им. В.П. Чкалова, в/ч 15650, г. Ахтубинск, Астраханская обл.
А.Б. Силантьев *кандидат технических наук, доцент*
профессор кафедры командных пунктов зенитных ракетных систем, ЯВВУ ПВО, г. Ярославль
E-mail: silantiev@mail.ru

Рассмотрены особенности реализации и подходы к оценке эффективности методов длительного многообзорного наблюдения на основе технологий track-before-detect в современных радиолокационных станциях. Показано, что при оценке эффективности методов необходимо учитывать не только прирост дальности обнаружения, но и дополнительное преимущество, связанное с получением трассовой информации.

***Ключевые слова**: слабоотражающие цели, порог обнаружения, многообзорное накопление, обнаружение по критерию «n из k», методы track-before-detect, преобразование Хафа, вероятность обнаружения, зона действия РЛС, потребная дальность обнаружения, эффективность метода.*

The particularities of implementation and approaches to performance analysis of continuous multi-scanning coverage methods based on track-before-detect technology in modern radar systems were examined. It was shown that during effectiveness estimation of methods it is necessary to consider as increment of detection range and additional advantage connected with obtaining of track information.

***Keywords:** low-reflected targets, detection threshold, multi-scanning signal integration, «n from k» criteria detection, track-before-detect, methods, Hough transformation, detection probability, radar coverage zone, required acquisition range, method effectiveness.*

Рассмотрены особенности реализации и подходы к оценке эффективности методов длительного многообзорного наблюдения на основе технологий track-before-detect (TBD) в современных радиолокационных станциях.

Методы TBD решают единую задачу обнаружения-измерения, при этом этапы первичной и вторичной обработки радиолокационной информации объединяются. Достижение требуемой минимальной условной вероятности ложной тревоги в этих условиях обеспечивают результаты вторичной обработки. В статье предложен вариант реализации приемного устройства радиолокационной станции с каналом многообзорного наблюдения и раскрыта структура канала, реализующего алгоритм обнаружения трасс на основе преобразования Хафа.

Изложен подход к оценке эффективности методов длительного многообзорного наблюдения. Ожидаемое преимущество методов обычно связывают с увеличением дальности обнаружения РЛС. При использовании алгоритмов TBD рубеж обнаружения увеличивается за счет длительного накопления энергии сигналов. Решение единой задачи обнаружения-измерения с помощью алгоритмов многообзорного накопления позволяет одновременно с обнаружением цели обеспечить завязку трассы по цели. Эта траекторная информация может быть использована в дальнейшем для решения задач управления.

При оценке эффективности методов необходимо учитывать не только прирост дальности обнаружения, но и дополнительное косвенное преимущество, связанное с получением трассо-

вой информации. Наличие такой информации приводит, например, к дополнительному увеличению рубежей выдачи целеуказания по слабоотражающим целям. В ряде случаев это может иметь решающее значение для выполнения поставленной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теоретические основы радиолокации. Учебное пособие для вузов / под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: Советское радио, 1970. – 326 с.
2. ***Carlson B.D., Evans E.D., Wilson S.L.*** *Search radar detection and track with the Hough transform. System concept // IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 30, 1 (Jan. 1994). Part I: 102–108. Part II: 109–115. Part III: 116–124*.
3. **Монаков А.А.** Обнаружитель движущейся цели для радиолокационного приемника на основе алгоритма Хафа // Сборник докладов конференции «RLNC 2014». – С.1584–1594.
4. **Васин В.А., Власов И.Б., Егоров Ю.М. и др.** Информационные технологии в радиотехнических системах: Учебное пособие / под ред. И.Б. Федорова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 672 с.
5. Справочник офицера воздушно-космической обороны / под общей ред. С.К. Бурмистрова. – Тверь: ВА ВКО, 2005. – 564 с.

PERFORMANCE ANALYSIS OF MULTI-SCANNING SIGNAL INTEGRATION BASED ON HOUGH TRANSFORMATION

A.V. Golubev, S.A. Egorov, A.B. Silantyev

In this paper, we consider some special aspects of implementation and approaches to estimation of continuous multi-scanning coverage methods based on track-before-detect (TBD) technology in modern radar systems.

The TBD methods solve the integrated problem of detection-measurement while the stages of primary and secondary processing of radar information are combined. In such conditions the secondary processing results provide the minimum conditional probability of false alarms. In the paper we offer a variant for implementing the radar receiver with multi-scanning channel. In addition, we show the structure of the channel realizing the track detection algorithm based on the Hough transformation. We give an approach to methods effectiveness estimation of continuous multi-scanning observation. The expected benefit of the methods is usually associated with detection range of radar system. If TBD technology were used, the detection range would be increased due to continuous accumulation of signal energy. The solution of the integrated problem of detection-measurement using the algorithms of multi-scanning integration provides track initiation simultaneously with target detection. This trajectory information may be used thereafter for solving the problem of control.

By estimating the methods effectiveness, it is necessary to consider not only detection range gain, but also the side benefit related to obtaining of track data. Availability of such data can lead, for example, to additional increase of targeting range for targets with a small radar cross section (RCS). In some cases, this can play a pivotal role for accomplishing of assigned task.

Поступила 12 апреля 2018 года.

Уважаемые читатели!

Реализация военно-технической политики государства в области создания сложных наукоёмких технических систем напрямую зависит от чётко сформированного государственного оборонного заказа.

Следует иметь в виду, что при принятии решения по формированию гособоронзаказа одним из основных критериев является критерий «эффективность-стоимость».

И если основное наполнение нашего журнала включает материалы, связанные с исследованиями, направленными на создание высокоэффективных образцов перспективной техники, то стоимостная проблематика зачастую остается вне нашего поля зрения.

В связи с этим редакция журнала предлагает своим читателям статью Досикова В.С. «Антизатратные стимулы в ценообразовании на продукцию военного назначения: вопросы методологии и хозяйственной практики предприятий ОПК», в которой автором представлены результаты анализа опыта обоснования ценообразования при заключении государственных оборонных контрактов в России и за рубежом.

УДК 338.5

АНТИЗАТРАТНЫЕ СТИМУЛЫ В ЦЕНООБРАЗОВАНИИ НА ПРОДУКЦИЮ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ: ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК

В.С. Досиков *доктор экономических наук,*
директор Центра экономического факультета МГУ
по экономическим исследованиям проблем развития ОПК, МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва
E-mail: vdosikov@econ.msu.ru

В статье обобщены теоретико-методологические подходы к ценообразованию на продукцию военного назначения, производимую предприятиями ОПК, и проведен сравнительный анализ практического опыта, накопленного в соответствующей предметной области исследований в России и за рубежом, контекстно к формированию антизатратных стимулов производства образцов вооружений и военной специальной техники.

***Ключевые слова**: ценообразование, продукция военного назначения, антизатратные стимулы, оборонно-промышленный комплекс, методология, хозяйственная практика, государственный оборонный заказ.*

The article generalizes the theoretical and methodological approaches to pricing on military-purpose products produced by enterprises of defense-industry complex (DIC); and the comparative analysis of practical experience, accumulated in the corresponding subject field of research works in Russia and abroad, contextually to the formation of anti-cost incentives for production of weapons and military special equipment, was performed.

***Keywords:** pricing, military-purpose products, anti-cost incentives, defense-industry complex, methodology, economic environment (practice), state defense order.*

Действующая нормативно-правовая база Российской Федерации законодательно устанавливает перечень методов, используемых в обосновании цен государственных контрактов, заключаемых с единственным поставщиком (подрядчиком). Так, статьей 22 Федерального закона от 5 апреля 2013 года № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» предусматривается 5 (пять) основ-

ных методов, используемых для целей определения и обоснования заказчиком начальной (максимальной) цены контракта, заключаемого с единственным поставщиком (подрядчиком):

– метод сопоставимых рыночных цен (анализа рынка);

– нормативный метод;

– тарифный метод;

– проектно-сметный метод;

– затратный метод.

Каждый из указанных методов используется в современной практике субъектов хозяйствования развитых стран и соотносится с мировым опытом, накопленным развитыми странами применительно к предмету исследования.

В статье Досикова В.С. «Антизатратные стимулы в ценообразовании на продукцию военного назначения: вопросы методологии и хозяйственной практики предприятий ОПК» приводится содержательный анализ указанных методов, исходя из действующей отечественной и мировой практики, а также практического опыта субъектов хозяйствования – исполнителей государственного оборонного заказа, поставляющих продукцию военного и двойного назначения, и обоснуется выбор конкретных методов ценообразования, формирующих антизатратные стимулы у предприятий высокотехнологичных отраслей оборонной промышленности России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 мая 2009 г. № 427 «О порядке проведения проверки достоверности определения сметной стоимости объектов капитального строительства, строительство которых финансируется с привлечением средств федерального бюджета» // Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, №21, ст. 2576; 2012, №29, ст. 4124; 2013, №23, ст. 2927.
2. Федеральный закон от 5 апреля 2013 года № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» // Собрание законодательства РФ, 08.04.2013, № 14, ст. 1652.
3. ***Ai C., Sappington D.*** *The Impact of State Incentive Regulation on the U.S. Telecommunications Industry // Journal of Regulatory Economics.* – 2002, №22. – P.33–159.
4. ***Alexander I., Irwin T.*** *Price caps, rate-of-return regulation, and the cost of capital // The World Bank Group Working Paper. Public policy for the private sector. – Note № 87, 1996. URL: http://siteresources.worldbank.org/EXTFINANCIALSECTOR /Resources/ 282884-1303327122200/ 087irwin.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*
5. *Assessments of Selected Weapon Programs, GAO-13-294SP, 2013. URL: http://www.gao.gov/assets/660/653379.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*
6. *Australian Standard Control Services Price Schedule 2010-2011. URL: http://www.utilicom.nt.gov.au/PMS/Publications/2010-11_network_tariff_schedules_final.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*
7. ***Bailey K.*** *Revisiting the CPI-Only Price Cap Formula. Prepared by U.S. Postal Service Office of Inspector General. Report Number: RARC-WP-13-007. April 12, 2013. URL: https://www.uspsoig.gov/sites/default/files/document-library-files/2013/rarc-wp-13-007.pdf дата доступа: 04.08.2014).*
8. ***Bennett J.*** *With Just Days to Spare, Senate Extends NDAA Streak // Defense News, December 20, 2013. URL: http://www.defensenews.com/article/20131220/DEFREG 02/312200014/With-Just-Days-Spare-Senate-Extends-NDAA-Streak (дата доступа: 04.08.2014).*
9. *Bulk Fuel Pricing: DOD Needs to Reevaluate Its Approach to Better Manage the Effect of Market Fluctuations // Report to Congressional Committees, GAO-14-595 (Washington, D.C.: July 2014). URL: http://www.gao.gov/assets/670/664652.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*
10. ***Cowan S.*** *Price-cap regulation // Swedish Review of Economic Policy. – 2002, Vol. 9, №2. – P.167–188. URL: http://ekonomiskaradet.se/Panda_ekonomiska/Data/ Documents/sepr2002/Cowan_9_2.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*
11. ***Cook C., Graser J.*** *Military Airframe Acquisition Costs: The Effects of Lean Manufacturing, 2000. URL: http://www.rand.org/pubs/ monograph_ reports/MR1325.html (дата доступа: 04.08.2014).*
12. *GAO Cost Estimating and Assessment Guide: Best Practices for Developing and Managing Capital Program Costs, GAO-09-3SP (Washington, D.C.: March 2009). URL: http://www.gao.gov/new.items/d093sp.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*
13. *Garret G. Cost estimating methods and sources of risk // Contract Management, 2008. URL: http://www.navigant.com/~ /media/WWW/ Site/Insights/Government/Cost%20Estimating %20Methods%20and%20So_Government.ashx (дата доступа: 04.08.2014).*
14. *Great Britain National Tariff Payment System. URL: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/ 310128/NT15-16 MethodologyDiscussionPaper.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*
15. ***Ian A., Irwin T.*** *Price Caps, Rate-of-Return Regulation, and the Cost of Capital // The World Bank Working Paper #87. Washington, September 1996. URL: http://siteresources.worldbank.org/EXTFINANCIALSECTOR/Resources/282884-1303327122 200/087 irwin.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*
16. ***Jacobzone S.*** *Assessing the Impact of Regulatory Management Systems: Preliminary Statistical and Econometric Estimates // OECD Working Papers on Public Governance, № 17, 2010. URL: http://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/45405554.pdf (дата доступа 04.08.2014).*
17. ***Kovacic W.*** *Commitment in regulation: Defense contracting and extensions to price caps // Journal of Regulatory Economics. - Vol.3. - Issue 3. – Boston, 1991, pp.219-240. URL: http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00135362 (дата доступа: 04.08.2014).*
18. ***Kovacic W., Schooner S.*** *A Modest Proposal to Enhance Civil/Military Integration: Rethinking the Renegotiation Regime as a Regulatory Mechanism to Decriminalize Cost, Pricing, and Profit Policy // Working Paper of George Washington University Law School. URL: http://docs.law.gwu.edu/facweb/sschooner/dsmc-pricing.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*
19. ***Lucas M., Rafferty, J.*** *Cost analysis for pricing: Exploring the gap between theory and practice // The British Accounting Review. – Vol. 40/ - Issue 2. - 2008, pp. 148-160 URL: http://khademi.ir/management_accounting/cost_analysis.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*

20. *NASA Cost Estimating Handbook. Washington,2008. URL: http://www.nasa.gov/pdf/263676main_2008-NASA-Cost-Handbook-FINAL_v6.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*
21. ***Philpott D., Cook S.*** *Managing Cost Reimbursable Contracts // Government Training Inc. Working Paper. URL: http://governmenttraininginc.com/pdfs/Cost-Reimbursable-TOC-Excerpt.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*
22. ***Resende M.*** *Regulatory regimes and efficiency in US local telephony // Oxford Economic Papers. — 2000, № 52. – P.447–470.*
23. *Weapons Acquisition Reform: Reform Act Is Helping DOD Acquisition Programs Reduce Risk, but Implementation Challenges Remain, GAO-13-103, 2012. URL: http://www.gao.gov/assets/660/650908.pdf (дата доступа: 04.08.2014).*

ANTI-COST INCENTIVES IN PRICING ON MILITARY-PURPOSE PRODUCTS: METHODOLOGICAL AND ECONOMIC ENVIRONMENT QUESTIONS OF DEFENSE INDUSTRY COMPLEX ENTERPRISES

V.S. Dosikov

The existing rules and regulations of the Russian Federation specify by law the methods list, used in substantiation of government contracts prices concluded with the soul Supplier (Contractor). Thus, the 22 Federal Law article №44-FL «On contract system in procurement of goods, works and services sphere for government and municipal need» dated on April 5, 2013 stipulates the five basic methods used for determination and substantiation by the Customer of initial (maximum) contract price concluded with the soul Supplier (Contractor): analogy cost estimating method, engineering cost estimating method or engineering build-up method, tariff pricing method, price-cap method, cost plus pricing method.

Each of the mentioned methods is used in today economic entities practice of developed countries and is associated with the global experience accumulated by developed countries as for the research subject.

The V.S. Dosikov Article on «Anti-cost incentives in pricing on military-purpose products: methodological and economic environment questions of defense industry complex enterprises» states the substantial analysis of mentioned methods with regard to existing indigenous and world practice, and operational experience of economic entities – the state defense contract acceptors delivering the military-purpose and dual-purpose products, and selection of certain pricing methods is rationalized which form an anti-cost incentives among high-technology enterprises of the Russian defense industry.

Поступила 14 ноября 2017 года.

Уважаемые читатели!

Эффективное применение систем и комплексов воздушно-космической обороны определяется качеством продукции, создаваемой предприятиями отечественного оборонно-промышленного комплекса.

Повышение качества продукции, соответствие её характеристик заданным тактико-техническим требованиям во многом зависит от организации на разрабатывающих и производящих предприятиях систем менеджмента качества, бережливых производственных систем и систем менеджмента бережливого производства.

Методические подходы, направленные на повышение качества и надёжности продукции, распределённые по жизненному циклу вооружения и военной техники, сокращение издержек предприятий, производящих оборонную продукцию, рассмотрены в цикле, состоящем из трёх статей, которые будут опубликованы начиная с текущего выпуска журнала.

Представляемые вашему вниманию публикации могут оказаться крайне полезными специалистам, связанным с созданием перспективных образцов сложных систем вооружения, к которым, в первую очередь, относятся системы воздушно-космической обороны.

УДК 658.012.2

ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОЙ ПОДХОД К СНИЖЕНИЮ ИЗДЕРЖЕК ПРОИЗВОДСТВА И ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

С.Н. Остапенко *доктор технических наук, профессор,*
помощник генерального директора по качеству,
представитель руководства по СМК, АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей», г. Москва
E-mail: quality@almaz-antey.ru
В.А. Лапидус *академик МАК, доктор технических наук,*
генеральный директор, ООО «Центр «Приоритет», г. Москва
E-mail: mail@center-prioritet.ru

Рассматриваются проблемные вопросы, препятствующие эффективному применению концепции бережливых производственных систем в практической деятельности АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей» и его предприятий.

***Ключевые слова**: бережливое производство, издержки, качество, надёжность.*

The article considers the problems inhibiting effective application of lean manufacturing systems conception in practice of JSC «Almaz – Antey» Air and Space Defense Corporation» and its enterprises.

***Keywords**: lean manufacturing, outlay, quality, reliability.*

Начиная с июня 2015 г., с момента выхода директивы заместителя Председателя Правительства РФ Д.О. Рагозина № 3666п-П13, на предприятиях оборонно-промышленного комплекса развернуты работы по внедрению систем бережливого производства (БП).

Ведется разработка, внедрение и апробация комплекса мер перечня мероприятий, направленных на организацию, разработку проектов и внедрение систем БП с определением целевых значений показателей реализации указанных мероприятий.

Однако, как показала практика, в большинстве случаев работа носит формальный характер, в ходе которой рассматриваются и фиксируются только проблемы, находящиеся на поверхности.

В стороне остаются комплексные вопросы оценки и повышения результативности производственной деятельности предприятий, прежде всего касающиеся таких видов издержек, как условно постоянные расходы, затраты на обеспечение качества выпускаемой оборонной продукции и восстановление ее работоспособности.

В некотором смысле деятельности в области БП превращается в кампанию, результаты которой не всегда ориентированы на конечные цели предприятий.

Исторически подобная ситуация повторяет кампанию в части реализации стандартов серии ИСО 9000, 9100 в виде СМК предприятий, которая на практике свелась в сертификации СМК, что далеко не синоним качества и надежности продукции.

В предлагаемой статье изложены некоторые подходы и практические материалы, по результативности деятельности предприятий, позволяющие расширить область мероприятий по внедрению бережливых производственных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 56404-2015 Бережливое производство. Требования к системам менеджмента.
2. ГОСТ Р 56020-2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь.
3. ГОСТ Р 56407-2015 Бережливое производство. Основные методы и инструменты.
4. **Палкина Е.С.** Маржинально-стоимостной подход к ценообразованию в системе управления стоимостью компании. «Экономический анализ: Теория и практика» №21 (276), 2012.
5. Концепция бережливого жизненного цикла сложных технических систем ОАО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей», утверждена СД 30.12.2014.

PROGRAM-AND-GOAL-ORIENTED APPROACH TO COST REDUCTION AND PRODUCTS QUALITY IMPROVEMENT

S.N. Ostapenko, V.A. Lapidus

Beginning from June 2015, when the vice-chairman of the Russian Government D.O. Rogozin letter of order № 3666р-Р13 had been released, the works on introduction of lean manufacturing (LM) systems at defense industry complex enterprises have been initiated.

The range of measures development, introduction and testing on events list is carrying out which are oriented to organization, projects development and introduction of LM systems with designation of target indicator values in implementing of the mentioned events.

However, in practice, the work generally has a formal feature that stipulates consideration and registration of shallow problems.

The integrated issues of estimation and increase of enterprises manufacturing activity effectiveness stand on the sidelines that connected primarily with the following outlays such as semi-fixed costs, defense products quality-related expenses and its recovery.

To some extent, the activity in LM area turns into campaign the results of which are not always oriented to final objective of an enterprise.

Historically, such situation repeats the campaign in standards realization of ISO 9000, 9100 series in form of Quality Management System (QMS) of enterprises which in practice resulted to QMS certification that far from the synonym of products reliability and quality.

The article states some approaches and practical information, as for enterprises activity effectiveness, permitting to expand the events area in introduction of lean manufacturing systems.

Поступила 24 января 2018 года.

УДК 621.391:621.396.96

ИЗМЕРИТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ

Д.И. Попов *доктор технических наук, профессор,*
профессор кафедры радиотехнических систем, ФГБОУ ВО «РГРТУ», г. Рязань
E-mail: adop@mail.ru

Методом максимального правдоподобия синтезированы алгоритмы измерения параметров пассивных помех – коэффициентов межпериодной корреляции и доплеровского сдвига фазы. Приведены структурные схемы измерителей, построенных на основе синтезированных алгоритмов измерения. Проведён анализ точности измерения в зависимости от корреляционных свойств помехи и объёма обучающей выборки. Результаты имитационного статистического моделирования подтвердили асимптотическую эффективность получаемых оценок искомых параметров помехи.

Ключевые слова: *алгоритмы измерения, доплеровская фаза, коэффициенты корреляции, обучающая выборка, пассивные помехи, структурные схемы измерителей, точность измерения.*

Using the method of maximum likelihood the algorithms for measuring the clutter parameters – interperiod correlation coefficient and the Doppler phase shift were synthesized. The block scheme of meters constructed on the base of the synthesized measurement algorithms were performed. The measurement accuracy analysis depending on the correlation clutter properties and the volume of training sample was conducted. Statistical modeling simulation results confirmed the asymptotic efficiency of the resulting estimates of the desired clutter parameters.

Key words: *measurement algorithms, Doppler phase, correlation coefficients, training sample, clutter, meters structural schemes, measurement accuracy.*

В статье методом максимального правдоподобия синтезированы алгоритмы измерения параметров пассивных помех – коэффициентов межпериодной корреляции и доплеровского сдвига фазы за период повторения. Введена функция правдоподобия для исходных отсчетов гауссовской пассивной помехи. В результате решения соответствующих уравнений правдоподобия получены конечные алгоритмы измерения коэффициентов межпериодной корреляции и доплеровского сдвига фазы помехи.

Приведены структурные схемы измерителей оценок соответствующих параметров пассивной помехи, которые могут быть использованы в адаптивных режекторных фильтрах.

Проведён анализ точности оценивания искомых параметров пассивной помехи в зависимости от объема обучающей выборки и корреляционных свойств помехи. Сравнение результатов расчетов и проведенного имитационного статистического моделирования подтвердило асимптотическую эффективность получаемых оценок корреляционных параметров помехи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по радиолокации: в 2 кн. Кн. 1 / под ред. М.И. Сколника; пер. с англ. под ред. В.С. Вербы. – М.: Техносфера, 2014. – 672 с.
2. **Репин В.Г., Тартаковский Г.П.** Статистический синтез при априорной неопределенности и адаптация информационных систем. – М.: Сов. Радио, 1977. – 432 с.
3. **Попов Д.И.** Оптимальная обработка многочастотных сигналов // Известия вузов России. Радиоэлектроника. – 2013. Вып. 1. – С.32–39.
4. **Попов Д.И.** Адаптивные режекторные фильтры с комплексными весовыми коэффициентами // Вестник Концерна ПВО «Алмаз – Антей». – М., 2015, №2(14). – С.21–26.
5. **Попов Д.И.** Автокомпенсаторы доплеровской фазы пассивных помех с прямой связью // Вестник Концерна ПВО «Алмаз – Антей». – М., 2015, № 3(15). – С.76–80.
6. **Попов Д.И.** Автокомпенсаторы доплеровской фазы пассивных помех с обратной связью // Журнал «Вестник воздушно-космической обороны». – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2016, №3(11). – С.79–86.
7. **Крамер Г.** Математические методы статистики; пер. с англ. под ред. А.Н. Колмогорова. – М.: Мир, 1975. – 648 с.

PASSIVE JAMMING PARAMETERS METERS

D.I. Popov

Using the method of maximum likelihood the algorithms for measuring the clutter parameters – interperiod correlation coefficient and the Doppler phase shift over period repetition were synthesized in the article. The likelihood function for reference counts of Gaussian clutter was introduced. Upon solution of corresponding likelihood equations, the terminating measurement algorithms of interperiod correlation coefficients and Doppler phase clutter were obtained.

The block diagrams of corresponding count clutter parameters meters, that may be used in adaptive rejecter filters were presented.

The analysis of estimating accuracy of required clutter parameters was carried out, depending on the volume of training sample and correlation clutter properties. The comparison of calculations results and conducted statistical modeling simulation confirmed the asymptotic efficiency of obtained clutter correlation estimates.

Поступила 4 июня 2018 года.

УДК 62-526

СРАВНЕНИЕ АППАРАТНЫХ РЕАЛИЗАЦИЙ ВЕКТОРНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ ПЛИС

А.М. Романов *кандидат технических наук,*
доцент, ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва
E-mail: alexromashka@yandex.ru
Б.В. Слащёв
ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва
М.А. Волкова
ассистент, ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва

Статья посвящена сравнению различных аппаратных реализаций векторных регуляторов асинхронного электропривода, с точки зрения качества управления, требуемого объёма ресурсов ПЛИС и максимальной частоты синтеза. Рассмотрены регуляторы, построенные на базе фильтра Калмана и наблюдателя Люенбергера, реализованные как при помощи обычных операций над импульсно-кодово-модулированными сигналами, так и при помощи импульсных математических операций над сигма-дельта модулированными сигналами, а также комбинации этих методов. В результате сравнения сделаны выводы об области применения каждого из рассмотренных регуляторов.

Ключевые слова: *векторное управление, фильтр Калмана, фильтр Люенбергера, ПЛИС, матричный сопроцессор, импульсные математические операции.*

The article states the comparison of different hardware implementation of asynchronous electric drive vector regulators from the viewpoint of control quality, required FPGA resources volume and maximum frequency synthesis. The regulators based on Kalman filter and Luenberger observer, realized as by using standard operations with pulse-coded modulated signals and by using pulse mathematical operations with sigma-delta modulated signals, and by combination of these methods were examined. The comparison results lead to conclusion on application area of each examined regulator.

Keywords: *vector control, Kalman filter, Luenberger filter, field programmable gate array (FPGA), matrix co-processor, pulse mathematical operations.*

В работе сравниваются два подхода к созданию векторных регуляторов асинхронного электропривода на базе ПЛИС. Первый подход заключается в использовании в качестве наблюдателя потокосцепления расширенного фильтра Калмана, реализованного при помощи разработанного авторами матричного сопроцессора, совместно с ПИ-регуляторами и векторными преобразованиями, реализованными при помощи импульсных математических операций (ИМО). Второй подход отличается использованием расширенного наблюдателя Люенбергера вместо фильтра Калмана, что позволяет обеспечить аппаратную реализацию всех компонентов системы управления электроприводом на базе ИМО. В ходе исследования рассматриваются особенности работы наблюдателей в условиях внешних возмущений, шумов измерения датчиков тока и неточностей определения параметров двигателя. Сравнение обоих подходов производится как с точки зрения качества управления, так и с точки зрения требуемого объема ресурсов ПЛИС. По результатам сравнительного анализа делаются вывод о том, что для работы системы в широком диапазоне скоростей следует использовать наблюдатель потокосцепления на базе фильтра Люенбергера. Он точно отрабатывает задание по скорости даже при наличии внешних не измеряемых воздействий, в отличие от наблюдателя на базе фильтра Калмана. Также наблюдатель Люенбергера показал лучшие результаты работы в условиях измерительных шумов датчиков. В системах, где момент инерции существенно изменяется в процессе работы или присутствует вероятность дрейфа параметров двигателя, наиболее целесообразно использовать фильтр Калмана. С точки зрения аппаратной реализации на базе ПЛИС наблюда-

тель потокосцепления на базе фильтра Люенбергера оказывается более чем в 2 раза эффективнее наблюдателя на базе фильтра Калмана с точки зрения требуемого количества ресурсов ПЛИС. Такой результат достигается благодаря его реализации при помощи ИМО.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Калачев Ю.Н.** Векторное регулирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: *http://www.privod-news.ru/docs/Vector_Kalachev.pdf, свободный*.
2. **Виноградов А.Б.** Векторное управление электроприводами переменного тока. – Иваново, ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», 2008. – 298 с.
3. *AN2388 Application note, «Sensor field oriented control (IFOC) of three-phase AC induction motors using ST10F276» // STMicroelectronics*. – 2006. – 54 *p*.
4. **Ланграф С.В., Глазырин А.С., Глазырина Т.А., Афанасьев К.С., Тимошкин В.В., Козлова Л.Е.** Исследование параметрической робастности бездатчикового векторного асинхронного электропривода с идентификатором Калмана. – Известия Томского политехнического университета, 2010, выпуск 4.
5. **Ланграф С.В., Глазырин А.С., Афанасьев К.С.** Применение наблюдателя Люенбергера для синтеза векторных бездатчиковых асинхронных электроприводов. – Известия вузов. Электромеханика, №6, 2011.
6. ***Bimal K. Bose.*** *Modern Power Electronics and AC Drives // Prentice Hall PTR*. – 2002.
7. ***Nicolae Patrascoiu, Adrian Tomus***. *Design of an extended Luenberger observer for sensorless vector control of induction machines using virtual instrument* [Электронный ресурс] – Режим доступа: *http://ime.upet.ro/caiac/cadre.html,* свободный.
8. **Романов А.М., Слащев Б.В.** Импортозамещающие технологии для реализации спецвычислителей мехатронных систем // Сборник трудов V НТК молодых учёных и специалистов «Актуальные вопросы развития систем и средств военно-космической обороны», Москва, 25-27 сентября 2014 год / под общей ред. канд. техн. наук Н.Э. Ненартовича. – М.: ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», 2014. – С.408–415.
9. ***Romanov A., Slaschov B.*** *FPGA-based Kalman filtering for motor control // Network Security and Communication Engineering Proceedings of the 2014 International Conference on Network Security and Communication Engineering (NSCE 2014). – Hong Kong, December 25–26, 2014; Edited by Kennis Chan CRC Press,* 2015.
10. **Романов А.М.** Анализ и синтез элементов устройств управления мехатронно-модульными системами на базе ПЛИС с использованием сигма-дельта модуляции // Естественные и технические науки. – М.: «Компания Спутник+», 2013, №6.
11. **Лохин В.М., Манько С.В., Романов М.П., Романов А.М.** Универсальная бортовая система управления роботами различных типов базирования и назначения (реализация принципов унификации и импортозамещения) // «ВЕСТНИК МГТУ МИРЭА». – М.: МИРЭА, 2015, Том 1, выпуск 8, №3(8). – С.230–248.

HARDWARE IMPLEMENTATION COMPARISON OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE REGULATORS BASED ON FPGA

A.M. Romanov, B.V. Slaschev, M.A. Volkova

The article concludes comparison of two approaches to develop vector regulators of FPGA-based asynchronous electric drive. The first approach stipulates using as an observer of extended Kalman filter flux linkage, implemented through the designed by the author's matrix co-processor combined with PI-controllers and vector transformations, realized using the pulse mathematical operations (PMO).

The second approach differs by using the extended Luenberger observer instead of Kalman filter that permits to provide hardware implementation of all control system components by the electric drive based on PMO. The observers' operation particularities are examined during the research work in conditions of external disturbance, measurement noises of current sensors and inaccuracy of engine parameters determination.

The comparison of the both approaches is conducted as from the viewpoint of control and from the viewpoint of required FPGA resources volume. Basing on the benchmarking study the authors came to conclusion that for the system operation in a wide velocity range it's necessary to use the flux linkage observer based on Luenberger filter. It precisely accomplish a task in velocity even when the external non-measured disturbance is existed as against the observer based on Kalman filter.

The Luenberger filter also performed the best operation results in conditions of measured sensor noises. In systems, where the inertia moment is subsequently changed during the operation or there is a possibility of an engine parameters drift, the most reasonable to use the Kalman filter. From the viewpoint of the FPGA-based hardware implementation the flux linkage observer based on Luenberger is twice more effective than the Kalman filter from the viewpoint of required FPGA resources volume. Such result is achieved through its realization by using the PMO.

Поступила 27 ноября 2017 года.

УДК 621.396

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ДЛЯ СБОРА ИНФОРМАЦИИ О ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКЕ

И.С. Скварник
ведущий специалист, АО «НПО «ЛЭМЗ», г. Москва
E-mail: ocp@lemz-dv.ru

В статье проведён краткий анализ имеющейся нормативной базы по требованиям к информации, передаваемой по цифровым каналам связи в целях управления воздушным движением, и предложен порядок оценки производительности беспроводной сети связи для передачи информации о воздушной обстановке на аэродромах гражданской и государственной авиации.

***Ключевые слова**: сети связи и передачи данных (ССПД), технология беспроводного широкополосного доступа (БШД), полносвязная топология сети, комплекс средств радиотехнического обеспечения полётов (комплекс средств РТОП), Ethernet фрейм.*

The article states a brief analysis of existing regulatory base on requirements to the information transmitted via digital communication channels to provide an air traffic control, and proposes the performance assessment sequence of wireless communication network for data transmission on air situation at airfields of civil and military aviation.

***Keywords:** communication and data transmission networks (CDTN), wireless broadband access technology (WBA), fully-connected topology, radio-technical flight support aids complex (RTFS), Ethernet frame.*

В рамках реализации федеральной целевой программы "Модернизация Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации (2009-2020 годы)" осуществляется модернизация и техническое перевооружение инфраструктуры (объектов) ЕС ОрВД, одним из направлений которой является модернизация сетей авиационной фиксированной электросвязи (АФЭС). Для модернизации сетей АФЭС в качестве среды передачи данных широко используются проводные, волоконно-оптические и беспроводные линии связи. При этом эффективность модернизации по критерию результат-стоимость существенно зависит от оптимальности заданных к сети требований. Производительность сети передачи данных (максимальная скорость передачи данных) является интегральным показателем качества сети и для беспроводной среды передачи данных взаимосвязана с дальностью радиосвязи, доступностью радиоканала, параметром форм-фактора оборудования, качеством канала связи и его стоимостью. В связи с изложенным корректная оценка требуемой производительности сети передачи данных является важнейшим элементом ее модернизации.

Для оценки производительности сети АФЭС используется типовой состав оборудования аэродрома средствами радиотехнического обеспечения полетов (РТОП) и перечень каналов связи и передачи данных, применяемых в ходе обслуживания воздушного движения. Оценка производительности сети производится на основании требований нормативных документов и технических характеристик применяемого оборудования. Основным содержанием методики является определение объема Ethernet-фрейма с учетом имеющихся интерфейсов передачи данных и кодеков сжатия.

Предлагаемая методика оценки производительности беспроводной сети связи для сбора информации о воздушной обстановке является универсальной и может быть применена для проводных и для волоконно-оптических линий связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сергеенко В.С., Баринов В.В.** Сжатие данных, речи, звука и изображений в телекоммуникационных системах. – ИП «РадиоСофт», 2009.
2. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (ГОСТ Р 51061-97) «Системы низкоскоростной передачи речи по цифровым каналам».
3. Приказ Федеральной аэронавигационной службы от 14 ноября 2007 г. № 109 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Осуществление радиосвязи в воздушном пространстве Российской Федерации».

WIRELESS NETWORK PERFORMANCE EVALUATION FOR DATA ACQUISITION ON AIR SITUATION

I.S. Skvarnik

Within the frames of «Integrated air-traffic management system upgrading of the Russian Federation (2009-2020)» federal special purpose program implementation the modernization and technical infrastructure (objects) re-equipping of IATMS is carried out, including upgrading of aerial fixed-electric communication (AFEC) networks. In order to upgrade the AFEC networks as communication environment for data transmission the wire, fiber-optic and wireless communications lines are widely used. Herewith the upgrading effectiveness according to result-cost criteria is substantially depends on optimality of requirements to the network.

The data-transmission network capacity (maximum data transmission rate) is an integral performance index of network and for the wireless data transmission environment is interconnected with radio communications range, radio channel availability, parameter of equipment form factor, communication channel quality and its cost. Therefore, the consistent assessment of required data transmission network capacity is a vital element of its upgrading.

To estimate the AFEC network capacity the standard composition of radio-technical flight support aids (RTFSA) to outfit an airfield is used, as well as communication channels and data transmission list that is used during air traffic service. The network capacity estimation is carried out based on regulatory requirements and technical characteristics of used equipment. The main principle of the methodology is the Ethernet frame capacity determination with regard to available interfaces of data transmission and compression codecs.

The proposed methodology of wireless communication network capacity estimation for data acquisition on air situation is a generalized one and can be used for wire and fiber-optic communications lines.

Поступила 7 июня 2018 года.

УДК 621.396.962

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА ПО ИЗВЕСТНЫМ ПАРАМЕТРАМ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

В.Д. Сытенький
кандидат технических наук,
доцент кафедры теоретических основ радиотехники, ИРТСУ ЮФУ, г. Таганрог
E-mail: sytenky@rambler.ru
А.В. Бакаев
кандидат технических наук,
доцент кафедры теоретических основ радиотехники, ИРТСУ ЮФУ, г. Таганрог
E-mail: bakaev.av@yandex.ru

В статье приводятся результаты математического синтеза метода определения местоположения объекта при помощи пассивной локации источников излучения известных сигналов, основанного на измерении амплитуды их колебаний. Координаты источников излучения на объекте известны. Анализ метода пассивной локации осуществлён в виде расчета абсолютной погрешности, возникающей при косвенных измерениях.

***Ключевые слова**: объект, пассивная локация, координаты источников излучения, затухание колебаний, системы координат, помеха, среднеквадратическое значение.*

The article displays the results of mathematically synthesized “by object” position location method using the passive location of emitters known signals, based on measuring of regular oscillation amplitude attenuation. The emitters coordinates on the object are known. The passive location method analysis is implemented through the calculation of absolute error, arising by indirect measuring.

***Keywords:** object, passive location, emitters coordinates, oscillation attenuation, coordinate systems, interfering signal, root-mean-square (RMS) value.*

В статье изложены результаты математического синтеза метода определения местоположения объектом при помощи пассивной локации источников излучения известных сигналов, основанного на измерении закономерного затухания амплитуды их колебаний. Координаты источников излучения на объекте известны.

В работе приведено утверждение, в соответствии с которым получен метод определения координат объекта посредством пассивной локации источников излучения. В одномерном варианте определение дальности объектом осуществляется от ближайшего к объекту источника излучения при измерении амплитуд двух источников излучения, отстоящих друг от друга на известном базовом расстоянии, совпадающем с направлением на источник. При несовпадении базового расстояния и прямой линии, соединяющей объект с ближайшим источником излучения, учитывается проекция расстояния на эту линию.

Расположение трех источников излучения с взаимно перпендикулярными базовыми расстояниями на плоскости (двумерное пространство) позволяет получить аналитическое выражение для определения направления объектом на источник излучения по измеренным амплитудам. Значение угла учитывается при вычислении дальности.

Для расположенных в трехмерном пространстве источников излучения с помощью формул перехода при совмещенных системах координат – декартовой, на осях которой находятся источники излучения, и сферической – получены аналитические выражения для определения объектом параметров координат: дальность, угол места и азимутальный угол.

При заданных координатах источников излучения в геосферической системе (широта и долгота) получены формулы перехода из прямоугольной геоцентрической системы координат в геосферическую для вычисления координат объекта, использующего рассматриваемый метод.

Анализ метода пассивной локации осуществлен в виде расчета абсолютной погрешности, возникающей при косвенных измерениях. Аналитические выражения для определения среднеквадратического отклонения дальности и направления на источник излучения учитывают как шумы приемных устройств, так и внешние помехи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория. Справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп. / под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: Радиотехника, 2007. – 512 с.
2. **Бакулев П.А.** Радиолокационные системы. Учебник для вузов. – М.: Радиотехника, 2004. – 320 с.
3. **Беляевский Л.С., Новиков В.С., Олянюк П.В.** Основы радионавигации: Учебник для вузов гражд. авиации. – М.: «Транспорт», 1982. – 288 с.
4. **Караваев В.В., Сазонов В.В.** Статистическая теория пассивной локации. – М.: Радио и связь, 1987. – 240 с.
5. **Меньшаков Ю.К.** Виды и средства иностранных технических разведок: учеб. пособие / под ред. М.П. Сычева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 656 с.
6. **Сихарулидзе Ю.Г.** Балистика и наведение летательных аппаратов. – М.: Изд-во «Бином. Лаборатория знаний», 2015. – 407 с.
7. **Бронштейн И.Н., Семендяев К.А.** Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов, 13-е изд., исправленное. – М.: Наука. л. ред. Физ.-мат. Лит., 1986. – 544 с.
8. **Мирский Г.Я.** Радиоэлектронные измерения. – М.: Энергия, 1975. – 265 с.

DETERMINING AN OBJECT COORDINATES BY THE KNOWN EMITTER PARAMETERS

V.D. Sytenkiy, A.V. Bakaev

The article displays the results of the mathematically synthesized «by an object» position location method using the passive location of emitters known signals, based on measuring of regular oscillation amplitude attenuation. The emitters coordinates on the object are known.

The article gives an assertion, whereby an object position determination method via emitters passive location has been obtained. In a one-dimensional variant, the distance determination by an object is carried out starting from the nearest to the object emitter by measuring the amplitudes of two emitters spaced from each other at known locating distance, that coincides with the direction to the emitter. When the locating distance does not coincide with straight line joining an object with the nearest emitter, the distance projection onto this line is considered.

The positioning of three emitters with transversely-spaced locating distances on a plane (two-dimensional space) permits to get an analytical expression for direction determination by an object to the emitter by the measured amplitudes. The angle is considered when calculating the distance.

For emitters, positioned in three-dimensional space, the analytical expressions were obtained to determine the following coordinates parameters by an object: distance, angle of elevation and azimuth angle. These calculations are possible when using the conversion formulas with superposed coordinate systems: Cartesian coordinate system with the emitters, placed on its axes, and spherical coordinate system.

At assigned emitters coordinates, given in geospherical system (latitude and longitude), the formulas have been obtained for the conversion from rectangular geocentric coordinate system into geospherical one in order to calculate an object coordinates using the examined method.

The passive location method analysis is implemented through the calculation of absolute error, arising by indirect measuring. The analytical expressions for determination of mean square deviation of distance and direction to the emitter are considered both as noises of receivers and external interfering signals.

Поступила 5 апреля 2018 года.

УДК 621.565.83

РАСЧЁТ МОЩНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОХЛАДИТЕЛЯ

А.В. Трифонов
ведущий инженер, ПАО «Импульс», г. Москва
E-mail: altrif52@yandex.ru

Рассмотрены особенности работы термоэлектрического охладителя на однокаскадных термоэлектрических модулях в штатном и аварийном режимах. Предложена методика расчёта мощности потребления термоэлектрического охладителя на начальном этапе проектирования. Приведены основные расчётные соотношения. Даны практические рекомендации и показано применение предложенной методики на конкретном примере.

Ключевые слова: *термоэлектрический модуль, мощность потребления, теплопроводность, добротность, температура, тепловое сопротивление, коэффициент полезного действия.*

The operation particularities of thermoelectric cooler on single-stage thermoelectric modules in regular and emergency modes are considered. The calculating technique for power consumption of thermoelectric cooler at initial design stage is proposed. Basic calculation relations are given. Practical recommendations are given and the application of proposed methodology with specific example is shown.

Keywords: *thermoelectric module, power consumption, thermal conductivity, figure of merit, temperature, thermal resistance, performance coefficient.*

В начале статьи дано обоснование применения термоэлектрических охладителей в специальной и военной технике. В основной части показана взаимосвязь параметров термоэлектрических модулей и рассмотрены особенности их работы. Разработана методика расчета мощности потребления термоэлектрического охладителя. Приведены расчетные формулы. Даны рекомендации по выбору и способу подключения термоэлектрических модулей в охладителе. Рассмотрен конкретный пример расчета мощности потребления термоэлектрического охладителя. Показаны графики, отображающие результаты расчета. В заключение дана краткая характеристика современных термоэлектрических модулей общего применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Краус А.Д.** Охлаждение электронного оборудования. Пер. с англ. – М.: Энергия, 1971.
2. Справочник задач по теории надёжности / под ред. А.М. Половко и И.М. Маликова. – М.: Советское радио, 1972.
3. **Булат Л.П.** Новое поколение твёрдотельных охладителей. – Холодильная техника, 2004, №8.

CALCULATION OF THERMOELECTRIC COOLER POWER CONSUMPTION

A.V. Trifonov

At the beginning of the article, the use of thermoelectric coolers in special-purpose and military equipment was justified. In the main part, the interrelation between parameters of thermoelectric modules is shown and particularities of its operation are considered. A technique for calculating the power consumption of thermoelectric cooler has been developed. Calculation formulas are given. Recommendations are given on selection and connecting method of thermoelectric modules in the cooler. The specific example of power consumption calculating of thermoelectric cooler is examined. The graphs showing the calculation results are shown. In conclusion, a brief description of up-to-date thermoelectric modules of general use is given.

Поступила 15 декабря 2017 года.

УДК 621.396.96

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХКОНТУРНЫХ ФАПЧ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОКАНАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ПРИЁМНИКОВ РЛС

С.С. Шусть
ведущий инженер, АО ВНИИРТ, г. Москва
E-mail: sharryn@yandex.ru
Е.П. Смирнов *кандидат технических наук,*
начальник сектора, АО ВНИИРТ, г. Москва
E-mail: vornims@gmail.com
А.А. Феимов
ведущий инженер, АО ВНИИРТ, г. Москва
E-mail: afeimov@gmail.com

Эффективность алгоритмов цифровой обработки сигналов в когерентных радиолокационных системах напрямую зависит от спектральной плотности мощности фазовых шумов тактового сигнала аналого-цифрового преобразователя (АЦП), что эквивалентно джиттеру (англ. jitter – «дрожание») во временной области, который снижает отношение «сигнал/шум» цифрового приёмника. Использование двухконтурных ФАПЧ в системе тактирования АЦП позволяет минимизировать влияние фазовых шумов тактового сигнала и достигать высоких параметров АЦП даже при использовании генератора тактовой частоты с высоким уровнем фазовых шумов или при деградации его характеристик со временем. В статье описан принцип работы буферов тактовой частоты на основе ФАПЧ, показано влияние полосы пропускания петлевых фильтров на интегральный уровень мощности фазовых шумов (что эквивалентно джиттеру тактового сигнала во временной области) на выходе буфера тактовой частоты. Представлены результаты применения двухконтурного ФАПЧ LMK04803B в системе тактирования многоканального цифрового приёмника на основе АЦП ADS6445.

Ключевые слова: *отношение «сигнал/шум» АЦП, фазовые шумы, джиттер, двухконтурный ФАПЧ.*

The algorithms effectiveness of signals digital processing in coherent radar systems directly depends on power spectral density of analog-to-digital converter (ADC) phase noise that is equivalent to jitter in temporary area which reduces signal-to-noise ratio (s/n) of digital receiver. Use of double-loop phase-lock loop (PLL) in ADC clock system permits to minimize the influence of phase noise of clock signal and reach high ADC parameters even at using of clock frequency generator with high level of phase noise or at degradation of its characteristics in course of time. The article describes operation principle of clock frequency buffers based on PLL, the influence of loop filters bandpass on integrated power level of phase noises (which equals to clock signal jitter in the time area) at output of clock frequency buffer. The implementation results of LMK04803B double-loop PLL in clock system of multichannel digital receiver based on ADS6445 ADC were performed.

Keywords: *signal-to-noise ratio, analog-to-digital converter (ADC), phase noise, jitter, double-loop PLL.*

Эффективность алгоритмов цифровой обработки сигналов в когерентных радиолокационных системах напрямую зависит от отношения «сигнал/шум» цифрового приемника. Шумы квантования, тепловые шумы АЦП и джиттер (англ. *jitter* — дрожание) тактового сигнала являются главными факторами, ограничивающими максимальное значение отношения «сигнал/шум» АЦП. На низких частотах входного сигнала максимальное отношение с/ш ограничивается уровнем тепловых шумов АЦП, тогда как на высоких частотах отношение с/ш ограничивается джиттером частоты тактового сигнала. В многоканальных цифровых приемных системах, требующих высокого отношения с/ш, для снижения уровня фазовых шумов тактового сигнала могут быть использованы буферы тактовой частоты на основе одноконтурных и двухконтурных ФАПЧ.

В статье описан принцип работы буферов тактовой частоты на основе ФАПЧ, показано влияние полосы пропускания петлевых фильтров на интегральный уровень мощности фазовых шумов (что эквивалентно джиттеру тактового сигнала во временной области) на выходе буфера тактовой частоты.

В практической части статьи представлены результаты применения двухконтурного ФАПЧ LMK04803B в системе тактирования многоканального цифрового приемника на основе АЦП ADS6445. Применение двухконтурного ФАПЧ позволило минимизировать влияние фазовых шумов внешнего генератора тактовой частоты и увеличить отношение с/ш АЦП более чем на 20 дБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. ***Thomas Neu.*** *Clock jitter analyzed in the time domain, Part 1. Analog Application Journal* (3Q2010) (slyt379), 2010.
2. ***Reeder R., Green W., Shillito R.*** *Analog-to-digital converter clock optimization: A test engineering perspective. Analog Dialogue,* 2008, *vol.*42, №2. –P.1–7.
3. *Clock Conditioner Owner's Manual* (snaa103). *– URL: http://www.ti.com/lit/ml/snaa103/snaa103.pdf*.
4. *PLL Performance, Simulation and Design Handbook, 5th Edition (Dean Banerjee) (Rev. B) (snaa106b). – URL: http://www.ti.com/lit/ml/snaa106b/snaa106b.pdf.*
5. *LMK04803B datasheet (SNAS489K). – URL: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmk04803.pdf.*
6. *ADS6445 datasheet (SLAS573C). – URL: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads6445-ep.pdf*.
7. *Keysight 33600A Series Trueform Waveform Generators. – Data Sheet. – URL: http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-3272EN.pdf?id = 2431617*.
8. *N9310A RF Signal Generator. – Data Sheet. – URL: http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-8116EN.pdf?id=2122865*.

USE OF DOUBLE-LOOP PLL TO IMPROVE PERFORMANCE OF MULTICHANNEL DIGITAL RADAR RECEIVERS

S.S. Shust, E.P. Smirnov, A.A. Feimov

The algorithms effectiveness of signals digital processing in coherent radar systems directly depends on signal-to-noise ratio of digital receiver. Quantization noise, ADC thermal noise and jitter of clock signal are the main factors limiting the maximum value of ADC signal-to-noise ratio. At low frequencies of input signal the max s/n ratio is limited by ADC thermal noise level, whereas at high frequency the s/n ratio is limited by jitter of clock signal frequency. In multichannel digital receiving systems, requiring a high s/n ratio, in order to decrease phase noise level of clock signal the clock frequency buffers can be used which are implemented on the base of single-loop and double-loop PLL.

The article describes operation principle of clock frequency buffers based on PLL, the influence of loop filters bandpass on integrated power level of phase noises (which equals to clock signal jitter in the time area) at output of clock frequency buffer.

The practical part of the article states implementation results of LMK04803B double-loop PLL in clock system of multichannel digital receiver based on ADS6445 ADC. The double-loop PLL use permitted to minimize the influence of phase noises of external clock frequency generator and to increase ADC signal-to-noise ratio to more than 20 dB.

Поступила 17 августа 2017 года.

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 681.3.062

ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ СВЯЗИ ТАКТИЧЕСКОГО ЗВЕНА ВКС РФ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТОКОЛА IPV6

А.А. Жиляев *доктор технических наук,*
зам. начальника отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: aspirant@gskb.ru
Д.Н. Хромов
ведущий инженер СКБ НТЦ ВКО, АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей», г. Москва
И.Н. Савостьянова *кандидат технических наук,*
зам. начальника центра по связи НТЦ ВКО, АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей», г. Москва

Разработка странами НАТО во главе с США концепции нанесения быстрого глобального неядерного удара по военным и народнохозяйственным объектам противника для невозможности принятия им ответных мер для защиты своей территориальной целостности вынуждает военно-политическое руководство России принимать меры для противодействия возможным угрозам со стороны вероятного противника. Одной из ответных мер, позволяющих снизить уровень опасности для страны в случае возникновения военного конфликта, является совершенствование системы управления ВКС, в т.ч. в его тактических звеньях, важнейшими задачами которых является реагирование в реальном масштабе времени на возникающие угрозы со стороны средств воздушно-космического нападения (СКВН) потенциального противника.

***Ключевые слова**: временной цикл боевого управления войсками, обмен информацией между тактическими звеньями ВКС в реальном масштабе времени, сокращение времени обработки сообщений в Единой сети электросвязи РФ на основе протокола IPv6.*

The development of the US-led and NATO countries Conventional prompt global strike conception towards adversary military and economic objects to exclude the possibility for counter strike for protection of its territorial integrity forces the Russian military-political leadership to assume countering measures for possible threats from potential adversary. One of the countermeasures, permitting to reduce the hazard level for the country in case of military conflict, is the improvement of control system of Aerospace Forces, including tactical levels, the critical task of which is to response in rea-time scale to emerging threats of potential adversary aerospace attacks.

***Keywords:** forces battle management time cycle, data exchange between tactical units of Aerospace Forces in real-time scale, time reduction of message processing in Unified Russian telecommunications network based on IPv6 protocol.*

Статья посвящена одному из путей повышения эффективности отражения возможных угроз со стороны вероятного противника на основе совершенствования системы управления войсками ВКО РФ. Данная задача может быть решена при переходе на использование нового формата сетевого адреса в Единой сети электросвязи РФ на основе протокола IPv6 (Internet Protocol version 6). Отсутствие необходимости фрагментирования пакетов с данными и исклю-

чение контрольной суммы из заголовка протокола позволяют увеличить скорость обработки информации и снизить нагрузку на сетевое оборудование.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Новиков Я.В.** Концерн ВКО «Алмаз-Антей» вносит весомый вклад в обеспечение обороноспособности страны. – Национальная оборона, 2017, №4. – С.32–37.
2. **Арсланов Х.А., Башкирцев А.С., Лихачев А.М.** Автоматизированная система управления связью Вооруженных Сил Российской Федерации и приоритетные направления ее развития. – Связь в Вооруженных силах Российской Федерации, 2016. – С.17–20.
3. **Росляков А.В., Гребешков А.Ю., Ваняшин С.В. и др.** Мультисервисные платформы сетей следующего поколения NGN / под ред. А.В. Рослякова. – ООО «Издательство Ас Гард», 2012, Т.2: Зарубежные системы. – 344 с., ил.

TACTICAL LEVEL COMMUNICATIONS SYSTEM ADVANTAGES OF RUSSIAN AEROSPACE FORCES BASED ON IPV6 PROTOCOL IMPLEMENTATION

A.A. Zhilyaev, D.N. Hromov, I.N. Savostiyanova

The article states one of the ways to increase the countering effectiveness of potential threat from potential adversary based on improvement of control system of Aerospace Forces of the Russian Federation. This task could be solved at transition to a new format use of network (IP) address in Unified Russian telecommunications network based on IPv6 protocol (Internet Protocol version 6). The absence of necessity in data package fragmenting and exclusion of check sum from IP-header permits to speed-up data processing and reduce the load on network hardware.

Поступила 5 декабря 2017 года.

УДК 621.396.677.494

АЛГОРИТМ МАШИННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ АФУ ДЛЯ АФАР

В.А. Николаев *доктор технических наук,*
ведущий научный сотрудник, ОАО «НПК «НИИДАР», г. Москва
E-mail: nikolaev@niidar.ru
О.А. Бакурова
ведущий инженер, ОАО «НПК «НИИДАР», г. Москва
E-mail: obakurova@niidar.ru
Д.В. Ботов
ведущий инженер, ОАО «НПК «НИИДАР», г. Москва

Предложен алгоритм машинного проектирования многоэлементных фазированных решёток с помощью математического моделирования, использующего программы высокого электродинамического уровня. В результате удаётся во много раз повысить производительность труда разработчиков и значительно уменьшить затраты и объём экспериментальных работ.

***Ключевые слова**: активная фазированная решётка, антенный элемент, широкополосное согласование, пассивные излучатели, математическое моделирование.*

The CAD algorithm of multi-element phased arrays via the mathematical modeling with use of high electrodynamic level programs was proposed. As result, it is succeeded to multiply the labor productivity of research engineers and substantially decrease expenses and experimental works volume.

***Keywords:** active phased array, antenna element, wideband matching, passive radiators, mathematical modeling.*

Современные программы, используемые для расчета антенн, имеют высокий электродинамический уровень и базируются на решении интегрального уравнения Поклингтона, составленного относительно неизвестных токов в металлических элементах конструкции антенн. Интегральное уравнение решается методом моментов в «тонкопроволочном» приближении. В результате удается обеспечить выполнение граничных условий электродинамики на достаточно «толстых» проводниках, радиус которых может достигать 1-3 % длины волны. Это позволяет достаточно точно решать задачи с объемными излучателями даже в СВЧ диапазоне.

Современное состояние парка ЭВМ позволяет в реальном времени рассчитывать фрагменты ФАР с достаточно большим количеством излучателей, используя 3D математические модели антенн.

Применение методов машинного проектирования ФАР позволяет существенно уменьшить объем макетирования и, тем самым, в значительной мере сократить как сроки проектирования, так и затраты на макетирование.

Методика экспериментальной отработки фрагмента ФАР, требующая к тому же создания громоздких и дорогостоящих стендов для измерения их характеристик, широко использовалась в середине прошлого века, когда отсутствовали современные высокопроизводительные ЭВМ и не были разработаны соответствующие программы математического моделирования антенн. Поэтому применение методов машинного проектирования антенн с использованием их математических моделей является актуальной задачей разработки современных антенных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Марков Г.Т., Сазонов Д.М.** Антенны. – М.: Энергия, 1975.
2. **Хансен Р.С.** Сканирующие антенные системы СВЧ: В 3-х т.: пер. с англ. / под ред. Г.Т. Маркова и А.Ф. Чаплина. – М.: Сов. Радио, 1966, т.1; 1969, т.2; 1971, т.3.

CAD ALGORITHM OF MULTIPLE-ELEMENT ANTENNA-FEEDER DEVICES FOR ACTIVE PHASED ANTENNA ARRAYS

V.A. Nikolaev, O.A. Bakurova, D.V. Botov

The modern programs, used for antennas calculation, have a high electrodynamic level, and are based on solution of integral equations of Pocklington composed relatively to unknown currents in metallic elements of antenna structure. The integral equation is solved by the moment method in «solid» approximation. As a result, it's possible to ensure the implementation of boundary conditions of electrodynamics in a sufficiently «thick» conductors, the radius of which can reach 1–3% of the wavelength. This allows to quite accurately solve problems with volume emitters even in microwave band.

The modern state of computers base allows providing a real-time calculation of phased arrays fragments with a sufficiently large number of emitters, using the 3D antennas mathematical models.

Application of computer-aided designing (CAD) methods of phased arrays can significantly reduce the amount of prototyping and thereby significantly reduce the development time and costs of prototyping.

Methods of experimental testing of fragment phased arrays, besides requiring the creation of cumbersome and expensive stands for measurement of its characteristics, have been widely used in the middle of last century, when there were no modern high-performance computers and corresponding programs of antennas mathematical modeling was not developed. Therefore, the application of CAD methods of antennas using its mathematical models is a relevant development task of up-to-date antenna systems.

Поступила 28 марта 2018 года.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

УДК 623.41

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВЁРТЫВАНИЯ СИСТЕМЫ ПРО AEGIS ASHORE НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ

А.Е. Свистунов
начальник отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: info@raspletin.com
Н.А. Малеева
ведущий аналитик, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

В статье приводится информация о состоянии и перспективах развёртывания региональной системы ПРО наземного базирования AEGIS ASHORE на территории ВБ Редзиково (Польша).

***Ключевые слова**: противоракетная оборона, ЕвроПРО, система ПРО AEGIS, стрельбовое испытание.*

The article states the information on deployment status and prospects of the regional AEGIS ASHORE missile defense system at Redzikovo military base (Poland).

***Keywords**: missile defense, European Phased Adaptive Approach (EPAA), AEGIS missile defense system.*

В статье приведена официальная информация, опубликованная военными ведомствами США, о текущем состоянии развертывания системы ПРО наземного базирования AEGIS ASHORE на территории Польши. Особое внимание уделяется смещению сроков сдачи комплекса ПРО на 2 года относительно одобренной Министерством обороны США даты – так, рассмотрен действующий контракт на строительство комплекса ПРО, а также вероятные проблемы оснащения противоракетами SM-3 Block IIA и проведения сдаточных стрельбовых испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Missile Defense. The Warfighter and Decision Makers Would Benefit from Better Communication about the System's Capabilities and Limitations// GAO. May 2018*.
2. *US Department of Defense. Contracts. February 2016*.
3. *MDA. AEGIS ASHORE fact sheet. April 2017*.
4. *Missile Defense Agency. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide // Department of Defense Fiscal Year 2018 President's Budget Submission.* – 2017.

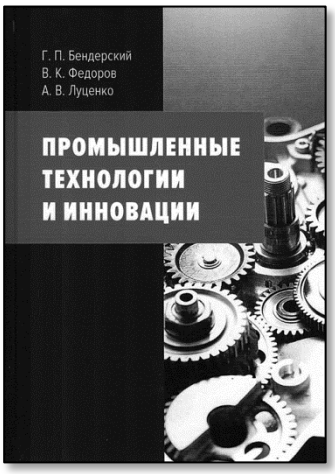
CURRENT DEPLOYMENT STATUS OF AEGIS ASHORE MISSILE DEFENSE SYSTEM IN POLAND TERRITORY

A.E. Svistunov, N.A. Maleeva

The article considers the official information issued by the US military agencies on current status deployment of AEGIS ASHORE missile defense system in the Poland territory. The key problem addresses to rescheduling the completion date of missile defense complex in two years relatively to the approved by the US Department of Defense date – thus, the operating contract on missile defense complex construction, and possible problems of SM-3 Block IIA missiles delivery and commissioning trials were examined.

Поступила 12 сентября 2018 года.

НАУЧНЫЕ РЕЦЕНЗИИ И ОТЗЫВЫ



Бендерский Г.П., Федоров В.К., Луценко А.В. Промышленные технологии и инновации: Монография. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2018. – 932 с.

Рецензент: канд. техн. наук В.Ю. Шишков.

Успешное развитие машиностроения нашей страны невозможно без технологической модернизации промышленных предприятий. В процессы производства должны закладываться современные конкурентоспособные и наукоёмкие технологии по всем технологическим переделам от производства материалов, изготовления заготовок и их обработки до сборки.

Совершенно очевидно, что реализация этих технологий невозможна на устаревшем технологическом оборудовании и без технологической оснастки.

В первую очередь это относится к высокотехнологичным предприятиям оборонно-промышленного комплекса.

В представляемой книге приведено комплексное описание промышленных технологий, представлена их классификация, описание, раскрыты особенности и технологические возможности способов и методов изготовления деталей и сборочных единиц.

Особое внимание уделяется классификации материалов, а также вопросам организации производства, включая планировочные решения по различным производственным технологиям. Приведены данные и типовые примеры технологичности конструкций основных видов изделий (деталей, сборочных единиц) и их конструктивных элементов.

Книга будет полезна для студентов, аспирантов, преподавателей технических университетов, а также инженеров-технологов предприятий машиностроения и приборостроения.

Ненартович Н.Э., Горевич Б.Н. Система противоракетной обороны США. Анализ и моделирование. – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2018. – 320 с.: ил.

Рецензенты: д-р. техн. наук, профессор О.Ю. Аксенов, д-р техн. наук В.С. Оконешников.

В работе выполнен анализ системы ПРО США, рассматриваемой как совокупность взаимодополняющих информационных, огневых и управляющих средств (элементов системы). В систематизированном виде, в динамике развития, представлены технические и экономические характеристики элементов системы ПРО.

Разработаны аналитические модели движения баллистических ракет (целей и перехватчиков), а также модели функционирования радиолокационных средств системы ПРО, позволяющие выполнить кинематический анализ возможностей системы ПРО по перехвату баллистических ракет, оценить видимость

и траекторные параметры целей в зоне действия РЛС ПРО. С целью демонстрации применимости разработанных моделей выполнен анализ характеристик наиболее современной межбаллистической ракеты Северной Кореи «Хвасон-15» и проведена оценка возможностей группировки ПРО США, развёрнутой на западном направлении, по локационному наблюдению ракет «Хвасон-15» и их перехвату с использованием систем GMD и *Aegis* BMD.

Анализ системы ПРО США и моделирование выполнены по материалам, опубликованным в открытой печати и размещённым в сети Интернет, с предпочтением материалам, размещённым на сайтах Агентства ПРО США, Министерства обороны США, контрольно-финансового управления конгресса США, а также компаний – разработчиков систем оружия.

Использованные информационные материалы актуальны по состоянию на июнь 2018 года.

Материалы работы могут представлять интерес для специалистов, работающих в области анализа и моделирования противоракетной обороны.

Уважаемые читатели!

Редакция журнала «Вестник воздушно-космической обороны» обращает ваше внимание на то, что в выпуске №2(10), 2016 года были допущены следующие неточности:

1. Стр. 43, подрисуночная надпись к рис. 2.

Следует читать: «Рис. 2. Фотография лазерного излучения макета ШЛ с трубчатым АЭ – ГЛС-22, толщина АС – 5 мм, высота – 100 мм, λ_e = 1,064 мкм: а – **мощность** ламповой накачки 800 Вт; б – **мощность** ламповой накачки 1600 Вт».

2. Стр. 48, первый абзац сверху.

Следует читать: «… с учётом отношения: $П_v/П_s$, где $П_v$ – порог объёмного перехода в газообразное состояние, $П_s$ – **для ЖАС – температура кипения, для ТАС – порог разрушения или порог поверхностной возгонки**».

3. Стр. 49, заключение, первый абзац сверху.

Следует читать: «В настоящее время творческой группой на базе ОАО «ФЭЗ» (Фрязинский экспериментальный завод, г. Фрязино) на основе действующего и ранее испытанного макета (**см. рис. 1**) разработана электронная версия конструкторской документации на экспериментальный образец технологического варианта ШЛ…».