ВЕСТНИК

воздушно-космической обороны

Научно-технический рецензируемый журнал

Выпуск № 4(20), 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ		
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: П.А. Созинов, д-р техн. наук, профессор	▶ Проблемные вопросы построения систем и средств ВКО С.И. Боков, А.Н. Полярус, К.Г. Серебряков Целевая подготовка специалистов)
ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: В.М. Алдошин, д-р техн. наук, профессор	на базовой кафедре 46 ЦНИИ Минобороны России	6
А.С. Сумин, д-р техн. наук, профессор ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ: Д.А. Леманский, канд. техн. наук, доцент	▶ Применение сил и средств ВКО О.В. Кислов, С.П. Литвинов, А.А. Кобзарь, С.П. Соколов Требования к перспективной автоматизированной системе анализа результатов лётных испытаний средств боевого оснащения	·14
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: М.А. Горбачёв, д-р техн. наук	О.В. Смирнов, В.П. Хлапов Унифицированная математическая модель ЗУР для использования в наземных средствах ЗРК	18
Б.Н. Горевич, д-р техн. наук, профессор Н.С. Губонин, д-р техн. наук, профессор А.И. Даниленко, д-р техн. наук М.В. Жестев, канд. техн. наук Г.В. Зайцев, д-р техн. наук А.Б. Игнатьев, д-р техн. наук, профессор	▶ Исследования в сфере проектно-конструкторских и технологических работ Д.Д. Габриэльян, В.И. Демченко, А.Е. Коровкин, Д.Я. Раздоркин Показатели и критерии эффективности облучающей системы многодиапазонной зеркальной антенны радиоэлектронных комплексов	3 24
В.А. Кашин, д-р техн. наук, профессор С.К. Колганов, д-р техн. наук, профессор В.И. Колесниченко, д-р техн. наук, профессор	В.Г. Журавлёв, А.Д. Елисеев, Б.А. Пронякин, Е.Н. Хмельницкий Конструктивные особенности системы жидкостного охлаждения высокопотенциальной АФАР	34
Ю.Н. Кофанов, д-р техн. наук, профессор В.С. Оконешников, д-р техн. наук А.А. Парамонов, д-р техн. наук, профессор Н.В. Радчук, д-р техн. наук, профессор С.П. Соколов, д-р техн. наук П.И. Стариковский, д-р техн. наук А.Ф. Страхов, д-р техн. наук, профессор	В.В. Карачунский, А.Н. Клейменов, Я.И. Малашко, А.В. Назаренко, Я.А. Субботовская Метод и схемные решения для измерения характеристик мощного широкоапертурного импульсного излучения лазерной системы	43
А.Ф. Страхов, д-р техн. наук, профессор А.А. Трухачев, д-р техн. наук Ю.Г. Шатраков, д-р техн. наук, профессор Н.С. Щербаков, д-р техн. наук, профессор	системы «антенна-обтекатель» С.Н. Остапенко, С.А. Романова Методический подход к оценке и прогнозированию состояния предприятий в интересах формирования предложений	49
Технический редактор: М.А. Лайков Корректор: А.Н. Борзова Компьютерная верстка: О.А. Пыхонина	по развитию бережливых производств	
🕿 редакции (499) 940-02-22 доб. 16-42, 79-06, 70-19, 16-00 E-mail: aspirantura@oskb.ru	А.М. Романов, Б.В. Слащёв, А.И. Золотых Высоконадёжная информационная сеть для распределённых систем управления	74

Вестник воздушно-космической обороны: В.С. Федоров Научно-технический журнал/ Адаптивная фильтрация мешающих отражений ПАО «НПО «Алмаз». 2018 г. с использованием весовых окон с асимметричной АЧХ83 № 4(20). C. 1-132 А.Д. Хзмалян Новые представления весовых функций с высокой скоростью спадания лепестков спектра и минимальным уровнем Подписано в печать 27.11.2018 г. максимального бокового лепестка90 Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 7,2. Тираж 1000 экз. Д.Э. Цыганков, А.С. Ванютин Заказ № 132606 Концепция структурно-семантического представления системы проектных процедур в комплексном процессе Отпечатано в ООО «Издательство Юлис» проектирования......101 392010, г. Тамбов, ул. Монтажников, д. 9 В.В. Шубников, М.И. Ривкин Методика экспресс-анализа РТХ ФАР в эксплуатационных условиях 105 Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС77-63487 Прикладные задачи применения информационных технологий А.Д. Филин, В.П. Рачков, Ю.Г. Шатраков, В.Т. Яковлев Учредитель: Публичное акционерное общество Виртуальные авиационные электронные полигоны -«Научно-производственное объединение состояние и тенденции развития109 «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина» 125190, г. Москва, Аналитические исследования зарубежного опыта Ленинградский проспект, дом 80, корп. 16. Г.Б. Гуров, С.В. Голубчиков, М.В. Жестев, В.И. Колесниченко, Тел./факс (499)940-02-22/(499)940-09-99 С.В. Аксёнов, В.К. Новиков Современное состояние и перспективы развёртывания системы противоракетной обороны AEGIS ASHORE......124 Статьи рецензируются. ▶ Научные рецензии и отзывы......132 Незаконное тиражирование и перевод статей, включенных в журнал, в электронном и любом другом виде запрещено и карается административной и уголовной ответственностью по закону РФ «Об авторском праве и смежных правах» © ПАО «НПО «Алмаз», 2018 ISSN 2311-830X Цена за 1 экз. - 600 руб.

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

CONTENTS

▶ Topical issues on Aerospace defense system and elements arrangement
S.I. Bokov, A.N. Polyarus, K.G. Serebryakov Target-oriented specialist training at basic department of 46 th Central research institute of Russian Federation Ministry of defense
▶ Aerospace defense systems and components application
O.V. Kislov, S.P. Litvinov, A.A. Kobzar, S.P. Sokolov Requirements to advanced automated combat equipment flight results analysis system
O.V. Smirnov, V.P. Khlapov The surface-to-air missile unified mathematical model for surface-to-air missile complex in ground-based vehicles using
▶ Design-engineering and technological research works
D.D. Gabrieliyan, V.I. Demchenko, A.E. Korovkin, D.Y. Razdorkin Performance index and criterion of multi-band mirror antenna irradiating system of radio electronic complexes
V.G. Zhuravlev, A.D. Eliseev, B.A. Pronyakin, E.N. Hmelnitskiy Liquid-cooling system design features of high-potential APAA34
V.V. Karachunskiy, A.N. Kleymenov, Y.I. Malashko, A.V. Nazarenko, Y.A. Subbotovskaya Method and circuit design for performances measurement of powerful wide-aperture pulsed radiation of laser system
L.M. Minokin, N.N. Aldoshin, V.V. Sgibnev «Radome-Antenna» system direction-finding error decay49
S.N. Ostapenko, S.A. Romanova Methodical approach to assessment and forecasting the states of enterprises for proposals definitions on lean manufacturing development
S.N. Ostapenko, G.V. Palihov, S.V. Udin, A.S. Udin Quality management system selected problems and possible ways of its solution
A.M. Romanov, B.V. Slaschev, A.I. Zolotih Highly reliable information network for distributed control systems74
V.S. Fedorov Adaptive filtering of interfering reflections using weight windows with asymmetric amplitude-frequency response83
A.D. Khzmalyan Novel representations of window functions with high spectrum sidelobe decay rates and minimum sidelobe levels90
D.E. Tsigankov, A.S. Vanutin Project procedures system structured-semantic representation in complex engineering process
V.V. Shubnikov, M.I. Rivkin Radio-technical characteristics field express analysis methodology of PAA105

IT applied application tasks	
A.D. Filin, V.P. Rachkov, Y.G. Shtrakov, V.T. Yakovlev State and development trends of virtual aerial electronic target ranges	109
Foreign experience analytic research	
G.B. Gurov, S.V. Golubchikov, M.V. Zhestev, V.I. Kolesnichenko, S.V. Aksenov, V.K. Novikov	
Aegis Ashore missile defense system current state	
and deployment prospects	124
Scientific reviews and reference	132

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:

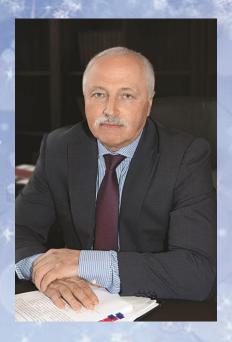
05.12.00 - Радиотехника и связь;

05.27.00 – Электроника.

Уважаемые читатели и авторы журнала!

Примите самые добрые и искренние поздравления с Новым годом от лица учредителя журнала «Вестник воздушно-космической обороны» – Публичного акционерного общества «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина»!

На протяжении всех лет своего существования наш журнал выполняет важную и нужную миссию – обеспечение должного уровня научной коммуникации среди специалистов оборонной отрасли, Вооруженных Сил, организаций Российской академии наук и ведущих вузов в области реализации военно-технической политики государства. Публикации



журнала отличают высокая компетентность и новизна в освещении военно-теоретических, научно-технических и конструкторско-технологических вопросов.

Работникам, осуществляющим выпуск издания, удается избегать односторонности суждений при публикации сложных теоретических и практических вопросов.

Предстоящий год не обещает быть простым для всех нас. Но в то же время решение возникающих сложных задач ведет к появлению новых идей и оригинальных подходов, направленных на их разрешение.

Уважаемые друзья!

С приходящим Новым годом связаны самые позитивные ожидания и надежды на исполнение задуманного.

Так пусть в Новом году получит дальнейшее развитие наше плодотворное сотрудничество, пусть будет больше интересных публикаций, сочетающих вдумчивость научного поиска с практической полезностью и востребованностью у читателей.



ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ВКО

Уважаемые читатели!

Редакция неоднократно отмечала, что реализация военно-технической политики государства в области создания наукоёмких систем воздушно-космической обороны во многом зависит от деятельности научно-исследовательских организаций, в том числе научно-исследовательских организаций Министерства обороны.

Крайне важно, какие специалисты трудятся в этих структурах, каков уровень их компетенции, кто и как готовит кадры для них.

В связи с этим редакция журнала предлагает своим читателям статью Бокова С.И., Поляруса А.Н., Серебрякова К.Г. «Целевая подготовка специалистов на базовой кафедре 46 ЦНИИ Минобороны России», в которой авторами анализируется состояние системы подготовки молодых специалистов для научно-исследовательских организаций и обосновывается, что усиление практико-ориентированной части процесса подготовки специалистов целесообразно на базовых кафедрах вузов, создаваемых непосредственно в научно-исследовательских организациях.

УДК 355/359.08

ЦЕЛЕВАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ НА БАЗОВОЙ КАФЕДРЕ 46 ЦНИИ МИНОБОРОНЫ РОССИИ

© Авторы, 2018

С.И. Боков доктор экономических наук, Заслуженный деятель науки РФ, доцент, старший научный сотрудник, ФГБУ 46 ЦНИИ Минобороны России, г. Москва E-mail: Bokov.s.i@mail.ru

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

К.Г. Серебряков кандидат военных наук, зам. начальника, ФГБУ 46 ЦНИИ Минобороны России, г. Москва *E-mail: topol333.70 @mail.ru*

Ключевые слова: научно-исследовательская организация (НИО), вуз, базовая кафедра, учебный процесс, практика, компетенции, эффективность, Минобороны России.

В статье анализируется состояние системы подготовки молодых специалистов для научноисследовательских организаций. Усиление практико-ориентированной части процесса подготовки специалистов возможно на базовых кафедрах вузов, создаваемых непосредственно в научно-исследовательских организациях. Представлена базовая кафедра «МИРЭА — Российский технологический университет», созданная по инициативе 46 ЦНИИ Минобороны России. Приведён учебный план подготовки специалистов по профилю «Менеджмент в сфере систем вооружений» для 46 ЦНИИ и других НИО Минобороны России, органов военного и государственного управления, предприятий ОПК.

РАЗДЕЛ: ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ВКО

This article analyzes the training system state of young experts for scientific research organizations (SRO). The strengthening of practice-oriented part of specialists training process is possible at base departments of universities, founded directly in SROs. The basic department of MIREA Russian Technical University is performed, which was founded by the initiative of 46th Central research Institute (CRI) of the Russian Federation Ministry of Defense. The «Curriculum» of specialist training in «Management in weapons systems» profile for 46th CRI and other SROs of the Russian Federation Ministry of Defense, military and state administration agencies and defense industry complex (DIC) enterprises was stated.

Keywords: scientific research organization (SRO), higher education institute (HEI), basic department, educational process, practical training, competences, effectiveness, Russian Federation Ministry of Defense (RF MOD).

В статье дан анализ состояния системы подготовки молодых специалистов для научноисследовательских организаций (НИО). Отмечается имеющийся системный разрыв между уровнем подготовки студентов в вузах и степенью эффективности их последующей профессиональной деятельности в научной организации. Изложены подходы к подготовке молодых специалистов для НИО Минобороны России.

Усиление практико-ориентированной части процесса подготовки специалистов стало возможным на базовых кафедрах вузов, создаваемых непосредственно в научно-исследовательских организациях.

Представлена базовая кафедра «Московского технологического университета» МИРЭА, созданная по инициативе 46 ЦНИИ Минобороны России, при поддержке руководства Министерства обороны Российской Федерации.

«Учебный план» подготовки бакалавров по профилю «Менеджмент в сфере систем вооружений» позволит готовить квалифицированных специалистов для научных подразделений 46 ЦНИИ и других НИО Минобороны России, органов военного и государственного управления, предприятий ОПК.

Особенностью базовой кафедры является тот факт, что в других вузах подготовка специалистов по аналогичному профилю не ведется.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. **Викулов С.Ф., Буренок В.М.** Проблемы кадровой политики в обеспечении научного развития военной организации России // Военная мысль. 2017, №7. С.2–9.
- 2. **Викулов С.Ф., Косенко А.А., Хрусталев Е.Ю.** Кадровое обеспечение обороноспособности страны // Национальные интересы, приоритеты и безопасность. 2017, Т.13, Вып. 1. С.4–17.
- 3. Радионов А.А., Рулевский А.Д. Условия эффективности деятельности базовых кафедр вузов. Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». 2016, Т.8, №1. С.87–93.
- 4. Вузы откроют свои кафедры на производствах // Web-сайт «доверенныелица.pф» 2016. URL: http://doverennielitsa.ru/topic/vuzy-otkroyut-svoi-kafedry-na-proizvodstvah (дата обращения 12.05.2017).
- Базовая кафедра: «НПО «Алмаз». 2017. URL: http://svpolet.ru/articles/8_maj_2016/moj_falt/bazovaja_kafedra_npo_ almaz/47-1-0-60 (дата обращения 29.11.2017).
- 6. **Кунле М.** Своя кафедра // Web-сайт «Коммерсантъ» 2017. *URL: http://www.kommersant.ru/doc/3086490* (дата обращения 12.05.2017).

TARGET-ORIENTED SPECIALIST TRAINING AT BASIC DEPARTMENT OF 46TH CENTRAL RESEARCH INSTITUTE OF RUSSIAN FEDERATION MINISTRY OF DEFENSE

S.I. Bokov, A.N. Polyarus, K.G. Serebryakov

This article analyzes the training system state of young experts for scientific research organizations (SRO). The existing system-based gap between the students training level in universities and effectiveness degree in their subsequent professional activities in scientific organization is underlined. Approaches to training activity of young experts for SRO of the Russian Federation Ministry of Defense were performed.

The strengthening of practice-oriented part of specialists training process is possible at base departments of universities, founded directly in SROs.

The basic department of MIREA Russian Technical University is performed, which was founded by the initiative of 46th Central research Institute (CRI) with support of the Russian Federation Ministry of Defense.

«The «Curriculum» of Bachelors training in «Management in weapons systems» profile will allow qualifying skilled professionals for scientific units of 46th CRI and other SROs of the Russian Federation Ministry of Defense, military and state administration agencies and defense industry complex (DIC) enterprises.

The basic department features the fact that there is no specialists training in other universities in the same profile.

Поступила 22 января 2018 года.

ПРИМЕНЕНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ ВКО

УДК 692.7.016

ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСПЕКТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЁТНЫХ ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ БОЕВОГО ОСНАЩЕНИЯ

© Авторы, 2018

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.
А.А. Кобзарь доктор технических наук,
ведущий научный сотрудник, войсковая часть 15644, г. Знаменск, Астраханская обл.
С.П. Соколов доктор технических наук,
зам. начальника НТЦ-3, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
Е-mail: info @raspletin.com

В статье приведены требования к перспективной автоматизированной системе анализа результатов летных испытаний средств боевого оснащения на межвидовом полигоне.

Ключевые слова: испытательная трасса, целевое применение, математическая модель, комплекс средств преодоления, измерительная информация.

The article states the requirements to advanced automated combat equipment flight-test results analysis system at interservice firing range.

Keywords: test route, target-oriented application, mathematical model, penetration aids complex, measuring information.

Руководящими документами определяется порядок создания и серийного производства новых образцов ракетной техники [1, 2], завершающим этапом перед принятием их на вооружение и постановкой на боевое дежурство является этап полигонной летной отработки. Следовательно, эффективность решения задач целевого применения РК и РКК во многом зависит от качества выполнения целей и задач летных испытаний. Объем и содержание целей и задач для всего цикла ЛИ и на каждый пуск в отдельности определяются соответствующими программами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Положение о порядке создания и серийного производства РК и РКК. (Положение РК-88). 1988.
- 2. Положение о полигонной отработке. (Положение ПО-94). МО РФ, 1995. 56 с.
- Тюлин А.Е., Бетанов В.В., Кобзарь А.А. Навигационно-баллистическое обеспечение полета ракетно-космических средств. Методы, модели и алгоритмы оценивания параметров движения. В 2-х кн. Кн. 1. Монография. – М.: Радиотехника, 2018. – 480 с.
- 4. **Кобзарь А.А.**, **Потоцкий С.В.**, **Устинов А.С**. Возможности современных научных разработок для решения проблем, связанных с анализом и оценкой летно-технических характеристик объектов испытаний по результатам экспериментального

РАЗДЕЛ: ПРИМЕНЕНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ ВКО

- пуска // Материалы LI Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. г. Калуга, Издатель Захаров С.И. («СерНа»), 2016. С. 116–117
- 5. **Ашурбейли И.Р., Лаговиер А.И., Соколов С.П.** Сложные радиоэлектронные системы. Планирование и управление созданием. М.: «Радиотехника», 2010. 438 с.

REQUIREMENTS TO ADVANCED AUTOMATED COMBAT EQUIPMENT FLIGHT RESULTS ANALYSIS SYSTEM

O.V. Kislov, S.P. Litvinov, A.A. Kobzar, S.P. Sokolov

The guidelines define the sequence of a new items manufacturing and full-scale production of missile weaponry [1, 2], and the final stage before its phase-in and operational use is the stage of on-range firing exercise. Consequently, the problem solution efficiency of target-oriented application of missile and rocket and space complexes depends largely on tasks and missions performance quality of flight tests. The corresponding programs define the volume and content of tasks and missions for the whole flight tests (FT) period and for each launch separately.

Поступила 16 октября 2018 года.

УДК 621.396.96

УНИФИЦИРОВАННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗУР ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАЗЕМНЫХ СРЕДСТВАХ ЗРК

© Авторы, 2018

О.В. Смирнов зам. начальника отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва В.П. Хлапов начальник отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва E-mail: info @raspletin.com

Рассматривается унифицированная математическая модель ЗУР, разработанная для использования в наземных средствах ЗРК (в многофункциональном радиолокаторе и пункте боевого управления) при различных режимах работы ЗРК. Приводятся экспериментальные результаты применения модели.

Ключевые слова: математическая модель ЗУР, многофункциональный радиолокатор, пункт боевого управления.

The surface-to-air missile (SAM) unified mathematical model designed for use in ground vehicles of SAM complex (multifunction radar and command post) at various operating conditions of the SAM complex is considered. The experimental results of the model application are presented.

Keywords: mathematical model of surface-to-air missile, multifunctional radar, command post.

В составе программно-алгоритмического обеспечения многофункционального радиолокатора (МФР) и пункта боевого управления (ПБУ) важное место занимает математическая модель зенитной управляемой ракеты (ЗУР).

При боевой работе зенитного ракетного комплекса (ЗРК) модель ЗУР должна обеспечивать, вопервых, формирование априорной траектории ЗУР, которая необходима для захвата МФР стартовавшей ЗУР, а во-вторых — формирование апостериорной траектории (с учетом реальных измерений координат сопровождаемых цели и ЗУР), которая необходима для «поддержки» сопровождения ЗУР (перезахвата ЗУР в случае срыва её сопровождения). При подготовке к боевой работе (проверке работоспособности ЗРК в режиме «Электронный выстрел»), а также при тренировке боевого расчета ПБУ (режим «Автономная тренировка») модель ЗУР необходима для имитации движения реальной ЗУР.

В настоящей статье рассматриваются вопросы построения и использования разработанной математической модели ЗУР, унифицированной для перечисленных задач ПБУ и МФР.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. ГОСТ 4401-81 «Атмосфера стандартная. Параметры».
- 2. Лебедев А.А., Герасюта Н.Ф. Баллистика ракет. М.: Машиностроение, 1970.

THE SURFACE-TO-AIR MISSILE UNIFIED MATHEMATICAL MODEL FOR SURFACE-TO-AIR MISSILE COMPLEX IN GROUND-BASED VEHICLES USING

O.V. Smirnov, V.P. Khlapov

The mathematical model of a surface-to-air missile (SAM) has an important place in the software-algorithmic support of the multifunctional radar (MFR) and the command post (CP).

During the combat operation mode of the SAM complex, the missile model must ensure, firstly, the formation of the a priori trajectory of the SAM, which is necessary to MFR for capturing the launched SAM, and secondly, the formation of a posteriori trajectory (actual coordinates measurements of the tracking target and SAM in account) which is necessary to support tracking of the SAM (recapture of the SAM in case of tracking failure). The SAM model is necessary to simulate the movement of a real SAM when preparing for combat work (the operability of the SAM complex in the «Electronic shot» mode checking), and also during the training of the CP combat crew («Autonomous training» mode).

In this article, we consider the design and use of the developed mathematical model of the SAM, unified for the listed tasks of the CP and the MFR.

Поступила 2 ноября 2018 года.

ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

УДК 621.396.677

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЛУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МНОГОДИАПАЗОННОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПЛЕКСОВ

© Авторы, 2018

Д.Д. Габриэльян доктор технических наук, профессор, зам. начальника НТК по науке, ФГУП «Ростовский-на-Дону НИИ радиосвязи» ФНПЦ, г. Ростов-на-Дону E-mail: d.gabrieljan2011 @yandex.ru **В.И. Демченко** кандидат технических наук,

руководитель НТК, ФГУП «Ростовский-на-Дону НИИ радиосвязи» ФНПЦ, г. Ростов-на-Дону **А.Е. Коровкин**

ведущий инженер, ФГУП «Ростовский-на-Дону НИИ радиосвязи» ФНПЦ, г. Ростов-на-Дону **Д.Я. Раздоркин**

зам. начальника НТК, ФГУП «Ростовский-на-Дону НИИ радиосвязи» ФНПЦ, г. Ростов-на-Дону

В статье рассматривается обоснование взаимосвязи показателей и критериев эффективности облучающей системы многодиапазонных зеркальных антенн с параметрами гофрированного рупора. Предложена методика синтеза параметров гофрированного рупора по заданным характеристикам излучения и приведены практические результаты.

Ключевые слова: облучающая система, многодиапазонная зеркальная антенна, гофрированный рупор, критерий эффективности.

The article examines the rationale of performance index and criteria interrelation of multi-band mirror antennas irradiating system with corrugated horn parameters. A method for parameters synthesizing of corrugated horn according to given radiation characteristics is proposed and practical results are given.

Keywords: irradiating system, multi-band mirror antenna, corrugated horn, performance criterion.

Вопросы разработки антенных систем и многодиапазонных зеркальных антенн (МЗА), в частности, не могут решаться без учета показателей эффективности как МЗА в целом, так и ее составных частей. Показатели и критерии эффективности МЗА могут быть получены на основе взаимосвязи характеристик радиотехнической системы, в состав которой входит МЗА, и характеристик самой антенны. В качестве таких показателей для антенных систем радиоэлектронных комплексов могут выступать с учетом взаимосвязи основных показателей комплексов (вероятность битовой ошибки, скорость передачи информации, точность определения радиолокационных и радионавигационных параметров) с шумовой добротностью антенной системы. В случае МЗА такими показателями могут являться произведения шумовых добротностей в совмещаемых диапазонах частот.

При таком подходе показатели и критерии эффективности устройств МЗА определяются как вклад соответствующих устройств в повышение шумовой добротности антенны. Для облучающей системы МЗА в качестве показателей эффективности предлагается обобщенная шумовая добротность антенны, учитывающая не только вклад облучающей системы в коэффициент усиления и шумовую температуру

РАЗДЕЛ: ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

антенны в каждом из совмещаемых частотных диапазонов, но также поляризационную развязку и точность автосопровождения источника сигнала.

В статье предлагаются система показателей и критерий эффективности облучающей системы МЗА. На основе анализа взаимосвязи шумовой добротности МЗА и диаграммы направленности облучателя рассматриваются вопросы построения многодиапазонных облучателей в виде гофрированных рупоров. Приводятся технические решения по построению облучателей на основе гофрированных рупоров.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. **Демченко В.И., Косогор А.А., Раздоркин Д.Я.** Методология разработки многодиапазонных зеркальных антенн // Антенны. 2012, Вып. 9(184). С.4–13.
- Clarricoats P.J.B., Olver A.D. Corrugated horns for microwave antennas. (Electromagnetic waves series; 18) Peter Peregrinus Ltd., 1984.
- 3. Abe A., Iwata R., Mori I. Multi-frequency band corrugated conical horn // IEEE Antennas and Propag. V. AP17. P.688–691.
- 4. Balanis C.A. Antenna Theory: Analysis and Design, 3rd ed. Hoboken, New Jersey: John Willey & Sons, 2005. 1136 p.
- Rao B.L.J., Chen S.N.C. Illumination efficiency of a shaped Cassegrian system // IEEE Trans. Antennas and Propagation. (Communications). May 1970, Vol. AP 18. P.411–412.
- Dijk J., Maanders E.J., Sniekers J.P.F. On the efficiency and radiation patterns of mismatched Shape Cassegrianing Antenna System // IEEE Trans. Antennas and Propagation. (Communications). – September 1972, V. AP-20. – P.653–655.
- 7. **Габриэльян Д.Д.**, **Демченко В.И.**, **Коровкин А.Е.**, **Раздоркин Д.Я.** Выбор показателей и критерия эффективности облучателя многодиапазонной зеркальной антенны системы спутниковой связи // Сборник докладов IX Всероссийской НТК «Радиолокация и радионавигация», 23-25 ноября 2015. М.: Изд. JRE, ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН. С.52–57.
- 8. Справочник по специальным функциям (с формулами, графиками и математическими таблицами) / под ред. М. Абрамовица и И. Стигана. М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., 1979. 832 с.
- 9. Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маричев О.И. Интегралы и ряды. М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., 1981. 800 с.
- 10. **Коровкин А.Е.**, **Раздоркин Д.Я.**, **Шипулин А.В**. Многодиапазонные облучатели зеркальных антенн на основе конических гофрированных рупоров // Антенны. 2012, Вып. 9(184). С.19–23.

PERFORMANCE INDEX AND CRITERION OF MULTI-BAND MIRROR ANTENNA IRRADIATING SYSTEM OF RADIO ELECTRONIC COMPLEXES

D.D. Gabrieliyan, V.I. Demchenko, A.E. Korovkin, D.Y. Razdorkin

Development issues of antenna systems and multi-band mirror antennas (MBMA), particularly, cannot be solved without consideration of effectiveness index both of MBMA integrally and its components. The MBMA performance index and criterion can be obtain based on characteristics interrelation of radio-technical system with MBMA, and characteristics of an antenna. For antenna systems of radio electronic complexes, these indexes can be including interrelation of complexes main indexes (bit error probability, information transmission rate, radio-navigational and radar parameters detection accuracy) with noise Q-factor of antenna system. For the MBMA, such indexes can be product of noise Q-factors in combined frequency bands. Such approach applies that the performance index and criteria of MBMA devices are defined as contribution of corresponding devices into increasing of antenna Q-factor. For the MBMA irradiating system as an performance indexes the generalized noise Q-factor is proposed, considering not only the contribution of irradiating system into gain and antenna noise temperature in each combined frequency bands, but polarization isolation and autotracking accuracy of signal source.

The article proposes the performance index and criteria system of MBMA irradiating system. Based on interrelation analysis of MBMA noise Q-factor and directional pattern of exciter the problem of multiband exciters arrangement in form of corrugated horns is examined. The engineering solutions on exciters arrangement based on corrugated horns are performed.

Поступила 10 мая 2018 года.

УДК 621.396.677.494:621.6

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВЫСОКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ АФАР

© Авторы, 2018

В.Г. Журавлёв

начальник отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
Е-mail: info @raspletin.com

А.Д. Елисеев кандидат технических наук, начальник отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва Б.А. Пронякин

зам. начальника СКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва **Е.Н. Хмельницкий** кандидат технических наук, зам. начальника отдела, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва *E-mail: info* @raspletin.com

В статье на конкретном примере рассмотрены проблемные вопросы конструирования приборов жидкостного охлаждения (ПЖО) для наземных антенных постов с АФАР. Прибор обеспечивает движение охлаждающей жидкости через АФАР и отвод от неё тепла в атмосферу. Сложность конструирования таких приборов обусловлена необходимостью размещения в крайне ограниченном объёме различных устройств с соблюдением ряда условий — обеспечение максимальной тепловой проводимости между теплоносителями, механической прочности, теплового режима, ремонтопригодности и удобства эксплуатации.

Ключевые слова: система жидкостного охлаждения, активная фазированная антенная решётка, конструирование.

The article examines in a specific context the issues of liquid-cooling blocks (LCB) design engineering for ground antenna posts with active phased antenna array (APAA). The block provides the liquid coolant flowing through APAA and heat removal into atmosphere. The design complexity of such blocks is stipulated by necessity of different devices arrangement of limited amount with observance the following conditions: provide the maximum heat conduction between heat carriers, mechanical performance, heating rate, serviceability and ease maintenance.

Keywords: liquid-cooling system, active phased antenna array, design engineering.

Одной из актуальных задач создания активных фазированных антенных решеток (АФАР) является разработка систем жидкостного охлаждения (СЖО). В разрабатываемой ПАО «НПО «Алмаз» АФАР подача охлаждающей жидкости (ОЖ) в АФАР, отвод тепла от ОЖ в атмосферу, контроль параметров СЖО и управление теплотехническим оборудованием реализованы в приборе жидкостного охлаждения (ПЖО). Необходимость размещения в ПЖО крайне ограниченных габаритов различных устройств с соблюдением ряда условий сделали его конструирование чрезвычайно сложной задачей.

В статье рассмотрены различные варианты компоновки теплообменников и вентиляторов ПЖО, различные схемы подачи и отвода воздуха с учетом размещения прочего оборудования антенного контейнера (АК) заданных габаритов. Критерием выбора итоговой компоновки стал компромисс между теплотехническими характеристиками ПЖО и его габаритами. При этом акцент делался на размещение в ПЖО как можно большего числа теплообменников и обеспечение через них наибольшего расхода воздуха.

Прочее электронное и электротехническое оборудование ПЖО размещено в его небольших пространствах, оставшихся после прокладки гидротрактов и воздуховодов, в виде сборок по функциональному назначению.

Разработанная конструкция прибора ПЖО учитывает требования к механической прочности, тепловому режиму, ремонту и обслуживанию в составе АК.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. **Аверин И.Б., Елисеев А.Д., Журавлев В.Г., Столбовской В.Н.** Система обеспечения теплового режима АФАР // Морские комплексы и системы ПВО-ПРО: сборник докладов научно-технической конференции ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей» к 80-летию со дня образования ОАО «МНИИРЭ «Альтаир». М.: ОАО «ГСКБ «Алмаз-Антей», 2013. С.233–236.
- 2. Иванов О.А. Охлаждение аппаратуры РЛС. М.: Воениздат, 1975. 95 с.
- 3. Справочник по расчётам гидравлических и вентиляционных систем // под ред. А.С. Юрьева. СПб.: АНО НПО «Мир и семья», 2001. 1154 с.
- 4. Вахвахов Г.Г. Работа вентиляторов в сети. М.: Стройиздат, 1975. 101 с.
- 5. **Алямовский А.А.** *SolidWorks Simulation.* Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. М.: ДМК Пресс, 2015. 562 с.
- 6. **Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П.** Расчёты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность: Справочник М.: Машиностроение, 1985. 224 с.

LIQUID-COOLING SYSTEM DESIGN FEATURES OF HIGH-POTENTIAL APAA

V.G. Zhuravlev, A.D. Eliseev, B.A. Pronyakin, E.N. Hmelnitskiy

One of the crucial tasks during design of active phased antenna arrays (APAA) is the development of liquid-cooling systems (LCS). In APAA, being developed by the PJSC «Almaz» enterprise, the coolant supply n APAA, heat removal from coolant into atmosphere, LCS parameters checkout and heating equipment control are realized in liquid-cooling block (LCB). The necessity of arrangement in LCB of highly limited sizes the different devices with observance a set of conditions has made its design engineering the extremely complicated task.

The article examines the different layouts of heat-exchangers and LCB fans, different circuits of air supply and exhaust considering placing of another equipment of antenna container (AC) of specified sizes. The selection criteria for final layout circuit become a trade-off between LCB thermotechnical characteristics and its sizes. Herewith, the stress was emphasized on maximum amount of heat-exchangers arrangement in LCB and high airflow thorough it.

The rest electronic and electrical equipment of LCB is placed in its small spaces, remained after laying of hydraulic paths and air-ducts in form of assemblies according to functional area.

The developed LCB design structure considers the requirements to mechanical performance, heating rate, serviceability and maintenance within the AC.

Поступила 26 апреля 2018 года.

УДК 621.396

МЕТОД И СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МОЩНОГО ШИРОКОАПЕРТУРНОГО ИМПУЛЬСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ

© Авторы, 2018

В.В. Карачунский доктор технических наук, начальник ОКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва E-mail: info@raspletin.com
А.Н. Клейменов кандидат технических наук, ведущий инженер, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва Я.И. Малашко доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва А.В. Назаренко первый зам. начальника ОКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва Я.А. Субботовская ведущий инженер, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

Предложен метод измерения характеристик импульсно-периодического излучения лазерной системы на выходе широкоапертурной системы формирования. Предлагается использовать автостендовый коллимационный метод с применением плоского эталонного зеркала. Возвращённый в систему формирования пучок имеет значительно меньшую апертуру. Измеряемая низкая величина угловой расходимости увеличивается в число раз, равное кратности телескопа, что повышает точность измерения.

Ключевые слова: излучение, лазерная система, измерение волнового фронта, плоское эталонное зеркало.

The performance measurement method of laser system pulse-periodic radiation at output of wideaperture beam-forming system was proposed. It's suggested to implement the autocollimating method using the plain reference mirror. The returned beam has a much smaller aperture. The measured low angular spreading is increased to a number telescope magnification that improve the measurement accuracy.

Keywords: radiation, laser system, wave front measurement, plain reference mirror.

Предложен метод измерения характеристик импульсно-периодического излучения лазерной системы на выходе широкоапертурной системы формирования. Предлагается использовать автоколлимационный метод с применением плоского эталонного зеркала. Применение плоского эталонного зеркала помогает избежать выхода в дальнюю или эквивалентную дальнюю зону с протяженной атмосферной трассой, искажающей низкую величину угловой расходимости излучения. Возвращенный через телескоп в систему формирования пучок имеет значительно меньшую апертуру. Измеряемая низкая величина угловой расходимости увеличивается в число раз, равное кратности телескопа, что повышает точность измерения. Обсуждается минимальная дальность установки плоского зеркала от лазера. Проведен анализ требуемой степени ослабления пиковой мощности для согласования излучения с матричным приемником. Приведены схемные решения по снижению числа ослабителей.

Предложенный метод позволяет измерять такие характеристики лазера как угловую расходимость излучения на его выходе и на выходе системы формирования, среднеквадратическую величину углового отклонения оси излучения лазера на его выходе и на выходе системы формирования, среднеквадратическую величину ошибки системы наведения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики // Главная редакция физико-математической литературы. М., 1970.
- 2. Малашко Я.И., Наумов М.Б. Системы формирования мощных лазерных пучков. М.: МИРЭА. 2013.

РАЗДЕЛ: ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

- Малашко Я.И., Хабибулин В.М. Критерии для допустимых величин плавных аберраций для лазерных пучков недифракционного качества // Квантовая электроника. – 2014, № 4(44).
- 4. Барышников Н.В., Писаренко Я.А., Пушкин А.П. Материалы конкурса им. академика А.А. Расплетина. М., ГСКБ «Алмаз-Антей», 2009.
- 5. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Наука, главная редакция физматлит, 1976.

METHOD AND CIRCUIT DESIGN FOR PERFORMANCES MEASUREMENT OF POWERFUL WIDE-APERTURE PULSED RADIATION OF LASER SYSTEM

V.V. Karachunskiy, A.N. Kleymenov, Y.I. Malashko, A.V. Nazarenko, Y.A. Subbotovskaya

The performance measurement method of laser system pulse-periodic radiation at output of wideaperture beam-forming system was proposed. It's suggested to implement the autocollimating method using the plain reference mirror. The use of plain reference mirror permits to avoid output to a far or equivalent far-field region with extended atmospheric path, distorting a low level of angular radiation spreading. The returned through the telescope beam has a much smaller aperture. The measured low angular spreading is increased to a number telescope magnification that improve the measurement accuracy. The minimum mounting distance of plain mirror from the laser system is discussed. The analysis of required attenuation degree of peak power for coincidence of radiation with detector array was carried out. The circuit design to decrease the amount of attenuators were performed.

The suggested method permits measuring the following laser characteristics: angular radiation divergence at its output and at output of beam-forming system, angular deflection root-mean-square value of laser radiation axis at its output and at output of beam-forming system, root-mean-square value of beam-guidance system error.

Поступила 10 мая 2018 года.

УДК 621.396.96

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПЕЛЕНГАЦИОННОЙ ОШИБКИ СИСТЕМЫ «АНТЕННА-ОБТЕКАТЕЛЬ»

© Авторы, 2018

Л.М. Минокин кандидат технических наук, первый зам. начальника отдела, АО МКБ «Факел», г. Химки, Московская обл. E-mail: minokin@npofakel.ru **H.H. Алдошин**

начальник лаборатории, АО МКБ «Факел», г. Химки, Московская обл. В.В. Сгибнев

ведущий инженер-конструктор, АО МКБ «Факел», г. Химки, Московская обл.

В статье рассматривается идея снижения пеленгационной ошибки системы «антенна-обтекатель» для летательных аппаратов. Эффект может быть достигнут за счёт использования дополнительной обработки СВЧ-сигналов с восьми круговых секторов раскрыва антенного устройства.

Ключевые слова: моноимпульсная антенна, радиопеленгатор, головной антенный обтекатель, пеленгационная ошибка, фазовый суммарно-разностный метод пеленгации.

The idea of «Radome-antenna» system direction-finding error decay for aerial vehicles is considered. The effect can be achieved via implementation of additional microwave signal processing from eight segments of antenna mouth.

Keywords: monopulse antenna, direction finder, nose radome, direction-finding error, phase sum-and-difference method direction-finding.

В статье рассматривается идея проектирования моноимпульсных систем «антенна-обтекатель» с суммарно-разностными угловыми дискриминаторами для летательных аппаратов.

Идея заключается в том, что полотно радиолокационной антенны радиопеленгатора (например, антенной решетки) разбивается на восемь круговых секторов, образуя восемь антенн. Сигналы с каждого из секторов используются для формирования суммарного и разностных сигналов.

Попарно обрабатывая сигналы с восьми круговых секторов одновременно (либо последовательно) образуют две схемы пеленгации из четырех круговых секторов антенного полотна: в прямоугольных плоскостях и в косых плоскостях. Проводя быстродействующую обработку сигналов по двум схемам пеленгации можно получить существенное снижение величины пеленгационной ошибки системы «антенна-обтекатель».

Таким образом, происходит частичная самокомпенсация пеленгационной (угловой) ошибки системы «антенна-обтекатель» в полете.

Предполагаемый результат в случае реализации данного технического решения: повышается точность наведения летательного аппарата, снижаются требования к радиотехническим характеристикам антенного обтекателя.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Минокин Л.М. Антенные обтекатели зенитных ракет // Сборник Антенны. М., 1997, № 2(39). С.79–86.
- 2. Минокин Л.М. Упрощенный метод расчёта системы антенна-обтекатель. М.: Радиотехника, 1999, №7. С.37.
- 3. Мизрохи В.Я. Проектирование управления зенитных ракет. М., 2010. С.190–196.
- Столбовой В.С., Турко Л.С., Залётин П.В. Пеленгационная характеристика системы «антенна-обтекатель» и пути повышения точности пеленгации радиолокационных объектов. М.: Вестник Концерна ПВО «Алмаз Антей», 2016, №1. С.52–59.
- 5. **Леонов А.И., Фомичев К.И.** Моноимпульсная радиолокация. М.: «Радио и связь», 1984. С.78–79.

«RADOME-ANTENNA» SYSTEM DIRECTION-FINDING ERROR DECAY

L.M. Minokin, N.N. Aldoshin, V.V. Sgibnev

The article examines the design concept of «Radome-antenna» monopulse systems with the sum-and-difference angular discriminator for aerial vehicles.

The point of the concept is that the direction finder radar antenna curtain (e.g. antenna array) is divided into eight circle segments, forming eight antennas. All segment signals are used to form the sum and difference signals.

The pair wise (or in series) simultaneous processing from eight circle segments constitute two direction-finding schemes from four circle segments of antenna curtain: in rectangular and skew planes. By providing the fast-response signal processing for two direction-finding schemes, we can obtain significant decrease of direction-finding error of «Radome-antenna» system.

Consequently, the partial self-compensation of «Radome-antenna» system direction-finding (angular) error during the flight is originated.

The proposed finding in case of this engineering solution realization will contribute to guidance accuracy increase of aerial vehicle and downgrade of requirements to radio-engineering characteristics of radome.

Поступила 20 апреля 2018 года.

Уважаемые читатели!

Развитие оборонного потенциала государства во многом зависит от эффективности работы предприятий, обеспечивающих создание высокотехнологичных систем и комплексов вооружения. Одним из современных подходов к повышению эффективности производственной деятельности является концепция управления предприятием, базирующаяся на процедурах, направленных на устранение всех видов потерь, носящая название «бережливое производство».

В связи с этим редакция журнала предлагает своим читателям статью С.Н. Остапенко и С.А. Романовой «Методический подход к оценке и прогнозированию состояния предприятий в интересах формирования предложений по развитию бережливых производств».

УДК 338.367

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ В ИНТЕРЕСАХ ФОРМИРОВАНИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ БЕРЕЖЛИВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

© Авторы, 2018

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 С.А. Романова

руководитель направления, АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей», г. Москва E-mail: slm@almaz-antey.ru

Предлагается методический подход к оценке и прогнозированию состояний предприятий в пространстве технико-экономических и производственно-технологических факторов для определения рисков и целесообразности реализации проектов по созданию бережливых производственных систем.

Ключевые слова: бережливое производство, маржинальная прибыль, производственная мощность, условно-постоянные расходы.

The methodical approach to assessment and forecasting the states of enterprises in the area of technicaland-economic and engineering-and-manufacturing factors for risks identification and project realization reasonability in development of lean manufacturing systems is suggested.

Keywords: lean manufacturing, marginal profit, manufacturing capacity, semi-fixed outlay costs.

В настоящее время существует множество различных методов совершенствования деятельности организаций и инструментов для снижения затрат, повышения качества продукции и сокращения производственного цикла. В практике управления развитием производств ИС Концерна одной из ключевых задач является создание бережливых производственных систем (БПС) на основе использования инструментов и методов бережливого производства.

Результативность реализации проектов по созданию БПС зависит:

- от оценки начальных условий, являющихся базовыми для создания или преобразования этих си-
- от проблем финансового и/или производственного характера, требующих первостепенного разрешения.

РАЗДЕЛ: ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

При проведении оценок необходимо учитывать все виды издержек, имеющих место в процессе функционирования производственных систем, а так же оценивать и прогнозировать технико-экономическое и производственно-технологическое состояние предприятий, на базе которых планируется реализовать проекты создания БПС.

В статье изложен методический подход к оценке и прогнозированию состояний предприятий в пространстве технико-экономических и производственно-технологических факторов, разработанный на основе оценки и анализа статистических показателей состояния предприятий Концерна, выпускающих серийную продукцию, с целью определения рисков и целесообразности реализации проектов по созданию БПС.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. ГОСТ Р 56404 2014 Бережливое производство. Требования к системам менеджмента.
- 2. ГОСТ Р 56407 2014 Бережливое производство. Основные методы и инструменты бережливого производства.
- СТО ИПВР 7.5 21 2015 Термины и определения в области бережливого производства.
- Концепция бережливого жизненного цикла сложных технических систем, утверждена советом директоров ОАО «Концерн ПВО «Алмаз – Антей» 30.12.2014, протокол № 14 – 2014 СД.
- Остапенко С.Н., Лапидус В.А. Программно-целевой подход к снижению издержек производства и повышению качества продукции // Вестник воздушно-космической обороны. – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2018, Выпуск 3(19). – С.62–66.
- 6. Программный комплекс «ИНЭК-Аналитик». Москва, 2010.
- 7. МД ИПВР 7.5 06 2007 Методика рейтингового анализа предприятий ОАО «Концерн ВКО «Алмаз Антей».
- 8. Апчерч А. Управленческий учёт: принципы и практика. Москва; Финансы и статистика, 2002.
- Палкина Е.С. Маржинально-стоимостной подход к ценообразованию в системе управления стоимостью компании. Экономический анализ. Теория и практика. – 2012, № 21 (276).
- 10. Остапенко С.Н., Черепенин С.Н., Городилин А.Н., Лесина С.А. Стратегия реструктуризации и развития предприятий Концерна по производству ВВТ ПВО, ПРО на период до 2020 года с учётом реализации инвестиционного проекта по созданию производственных мощностей в городах Н. Новгород. Киров. Москва, Приложение 2.
- 11. МД ИПВР 7.5 01.01 2005 Методика расчёта производственной мощности и баланса мощностей промышленного предприятия.
- 12. Стратегия развития интегрированной структуры AO «Концерн BKO «Алмаз Антей» на период до 2026 года. Утверждена советом директоров AO «Концерн BKO «Алмаз Антей» Протокол от 26.04.2017 № 4-2017 СД.
- 13. **Остапенко С.Н.** Сопоставительная оценка производительности труда промышленных предприятий ОАО «Концерн ПВО «Алмаз Антей» с аналогичными зарубежными компаниями. 2015, Вестник Томского государственного университета, № 400.
- 14. Оценка научно-технической и производственно-технологической реализуемости проектов на стадиях жизненного цикла сложных технических систем / под редакцией Остапенко С.Н. Тверь, 2015.

METHODICAL APPROACH TO ASSESSMENT AND FORECASTING THE STATES OF ENTERPRISES FOR PROPOSALS DEFINITIONS ON LEAN MANUFACTURING DEVELOPMENT

S.N. Ostapenko, S.A. Romanova

Nowadays, there are variety of organizations activity improvement methods and instruments for cost saving, products quality improvement and manufacturing cycle downgrade. The management practice of the «Almaz-Antey» Air and Space Defense Corporation IS production development specifies one of the key tasks that is development of lean manufacturing systems (LMS) based on lean manufacturing instruments and methods application.

The projects realization effectiveness towards LMS development depends on the following:

- estimation of initial conditions, which are the base for development or transformation of these systems;
- financial and/or production sphere problems, requiring the primary resolution.

The estimation process requires considering all types of expanses (outlays) presenting in manufacturing systems functioning, and assessment and forecasting of enterprises technical-and-economic and engineering-and-manufacturing state based on which the LMS development projects are to be realized.

The article states the methodical approach to assessment and forecasting the states of enterprises in the area of technical-and-economic and engineering-and-manufacturing factors, developed on the base of the Corporation enterprises state statistical indicators estimation and analysis, manufacturing the serial products, for risks identification and project realization reasonability in development of lean manufacturing systems.

Поступила 1 февраля 2018 года.

Уважаемые читатели!

Уровень профессиональной подготовки специалистов высокотехнологичных предприятий оборонно-промышленного комплекса в области СМК является одним из ключевых факторов, влияющих на качество выпускаемой продукции военного назначения.

Вашему вниманию предлагается статья «Некоторые проблемы СМК и возможные пути их решения», в которой на примере предприятий, осуществляющих создание систем и комплексов ВКО, дан углубленный анализ уровня профессиональной подготовки специалистов данного профиля в сфере СМК и представлены конкретные предложения по его повышению. Представляемая публикация может оказаться крайне полезной специалистам, связанным с созданием перспективных образцов сложных систем вооружения.

УДК 658.562

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ СМК И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

© Авторы, 2018

C.H. Остапенко доктор технических наук, профессор, помощник генерального директора по качеству, представитель руководства по СМК, AO «Концерн ВКО «Алмаз — Антей», г. Москва E-mail: quality @almaz-antey.ru

Г.В. Палихов

начальник бюро аудита предприятий в сфере менеджмента качества, инспекция по качеству, AO «Концерн ВКО «Алмаз – Антей», г. Москва

С.В. Юдин доктор технических наук, профессор,

профессор кафедры, ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», Тульский филиал, г. Тула E-mail: svjudin@rambler.ru

А.С. Юдин кандидат технических наук,

старший научный сотрудник, ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», Тульский филиал, г. Тула E-mail: alextula78@rambler.ru

В статье изложены результаты оценки и анализа уровня профессиональной подготовки специалистов предприятий АО «Концерн ВКО «Алмаз — Антей» в области СМК, как одного из факторов, влияющих на уровень качества выпускаемой продукции.

Ключевые слова: система менеджмента качества, уровень профессиональной подготовки персонала.

The paper states the evaluation and analysis results of specialists professional qualification level at enterprises of the JSC «Almaz – Antey» Air and Space Defense Corporation in QMS sphere, as one of the factors influencing on output products quality level.

Keywords: quality management system (QMS), personnel professional qualification level.

Одним из ключевых факторов, обеспечивающих достижение требуемого уровня качества и надежности оборонной продукции, а также эффективности производственно-технологических систем, процессов СМК, СМК в целом, в том числе ее «реализационной части» – системы управления качеством и надежностью оборонной продукции (СУКНП), является квалификационный уровень и уровень профессиональной подготовки персонала подразделений дочерних обществ АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей» (ДО Концерна) в сфере управления качеством. В статье приведены приоритетные направления под-

РАЗДЕЛ: ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

готовки, перечень основных знаний, умений в предметной области, необходимых для осуществления профессиональной деятельности, а также изложены результаты оценки и анализа уровня профессиональной подготовки персонала ДО Концерна в сфере управления качеством, полученные:

- •по результатам переподготовки (априорная на основании анкетирования до начала обучения, апостериорная по оценке защиты итоговых аттестационных работ) персонала, обучающегося по программам профессиональной переподготовки «Специалист по управлению качеством»;
- •по результатам анкетирования персонала подразделений (служб качества) ДО Концерна при проведении инспекторских проверок ДО Концерна.

Приведённые результаты показывают, что общий уровень знаний и умений персонала недостаточен для обеспечения результативной работы в СМК ДО Концерна, что подтверждает необходимость реализации программ профессиональной переподготовки персонала ДО Концерна в сфере управления качеством.

ЛИТЕРАТУРА

- Реиндустриализация экономики России в условиях новых угроз / под ред. С.Д. Валентея. Вып. 2. Москва: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2015. 72 с. (Научные доклады РЭУ). URL: http://www.rea.ru/ru/documents/doc/nauchnyj_doklad_reindustrializaciya_ekonomiki_rossii_v_usloviyax_novyx_ugroz.pdf.
- 2. **Басовский Л.Е., Протасьев В.Б.** Управление качеством: Учебник: 2-е изд., перераб. и доп. М.: НИЦ Инфра-М, 2016. 253 с.
- 3. **Протасьев В.Б., Плахотникова Е.В., Литвинова И.В.** Процессный подход: Теория и практика // Методы менеджмента качества. 2015. № 6. C.20–24.
- 4. **Григорович В.Г., Юдин С.В., Козлова Н.О., Шильдин В.В.** Информационные методы в управлении качеством // Серия «Дом качества». М.: РИА «Стандарты и качество», 2001, Вып. 1(10). 208 с.
- Юдин С.В. Некоторые вопросы менеджмента качества на предприятиях машиностроительного профиля // Научнометодический электронный журнал «Концепт». – 2017, Т.14. – С.342–350. – URL: http://e-koncept.ru/2017/770670.htm.
- 6. ПАСПОРТ Программы инновационного развития АО «Концерн ВКО «Алмаз Антей» на 2016 2020 гг. URL: http://rosim.ru/about/systems/mvpt.

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM SELECTED PROBLEMS AND POSSIBLE WAYS OF ITS SOLUTION

S.N. Ostapenko, G.V. Palihov, S.V. Udin, A.S. Udin

One of the key factors, providing the achievement of required quality level and military products reliability and effectiveness of engineering and manufacturing systems, quality management system (QMS) processes, QMS integrally, including its «realization part» – Military products reliability and quality management system (MPRQMS), is a personnel qualification level and professional training level of the JSC «Almaz – Antey» Air and Space Defense Corporation» subsidiary companies (Corporation SC) units in quality management sphere. The article considers the priority training directions, list of main experiences and skills in subject area necessary for pursuit of professional activity, and the evaluation and analysis results of specialists professional qualification level at the Corporation SCs in quality management sphere, obtained based on:

- the additional training results (priory based on questionnaires before training commencement; posteriori based on qualification thesis defence estimation) of personnel studying on «Quality management specialist» retraining programs;
- the questionnaires results of Corporation SCs units (quality control units) personnel during inspection of Corporation SCs.

The performed results show that the general personnel knowledge and skill level is insufficient for assuring of productive work in Corporation SCs QMS, which confirms the necessity to implement the professional retraining programs Corporation SCs personnel in quality management sphere.

Поступила 24 февраля 2018 года.

УДК 621.396.96

ВЫСОКОНАДЁЖНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

© Авторы, 2018

А.М. Романов кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва E-mail: romanov@mirea.ru **Б.В. Слащё**в

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва **А.И. Золотых**

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

В статье предлагается новая архитектура шины передачи данных для цифровых систем управления, удовлетворяющая самым современным требования и предназначенная для применения в механотронных системах. На физическом уровне новая шина совместима со стандартами RS-485 и Ethernet 10/100/1000 Мбит. Для обеспечения высокого уровня отказоустойчивости на уровне архитектуры поддерживаются различные методы резервирования устройств и кабельных соединений. Высокая точность синхронизации устройств достигается за счёт наличия обратной связи по транспортным задержкам на линии передачи данных, а малый объём кабельных соединений за счёт использования полудуплексной передачи. Одной из ключевых особенностей представленной шины является возможность реализации подчиненных устройств на базе ПЛИС с малой логической ёмкостью.

Ключевые слова: полевая шина исполнительного уровня, реальное время, резервирование информационных сетей, синхронизация.

The article proposes a new data bus architecture for digital control systems satisfying the up-to-date requirements and intended for mechatronic systems application. At physical level, the new bus is compatible with RS-485 and Ethernet 10/100/1000 Mbit standards. To provide a high-level of fault-tolerance at architecture level the different device and cable junctions redundancy methods are supported. High synchronization accuracy of devices is achieved via feedback presence on transport delays in data transmission line, and small amount of cabling – via use of half-duplex transmission. One of the key features of the proposed bus is the implementability of slave devices based on FPGA with small logical size.

Keywords: of execution level fieldbus, real-time scale, information networks redundancy, synchronization.

В статье предлагается новая полевая шина исполнительного уровня для создания высоконадежных информационных сетей для распределенных систем управления, обеспечивающая информационный обмен в реальном масштабе времени с циклом менее 500 мкс. Высокая отказоустойчивость новой сети обеспечивается заложенными на уровне архитектуры механизмами резервирования как кабельных линий, так и отдельных устройств. Использование активной компенсации транспортных задержек позволяет обеспечить точность синхронизации участников информационного обмена между собой менее 0.5 мкс. Важным достоинством новой полевой шины наравне с высокими техническими характеристиками является возможность её реализации на отечественной элементной базе с использованием ПЛИС серии 5576 и БМК серии 5529.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. EPSG Draft Standart 301 Ethernet Powerlink Ethernet POWERLINK Standardisation Group, 2008.
- 2. Chinese national standard GB/T 27960-2011 Standardisation Administration of China, 2012.
- 3. Федосов Е.А., Косьянчук В.В., Сельвесюк Н.И. Интегрированная модульная авионика // Радиоэлектронные технологии. 2015, №1.
- 4. Евгенов А.В. «Кирпичики» высоких технологий // Радиоэлектронные технологии. 2015, №1.

РАЗДЕЛ: ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

- 5. **Насенков И.Г., Жуков И.Ю., Хакимов Р.Р.** Комплексная безопасность радиоэлектронных информационных систем // Радиоэлектронные технологии. 2015, №1.
- 6. Real-time Ethernet control automation technology (EtherCAT) IEC, 2005.
- Synchronizing mechatronic systems in real time using FPGAs and industrial Ethemet communications. URL: https://www.altera.com/content/dam/altera-www/global/en_US/pdfs/literature/wp/wp-01249-synchronizing-mechatronic-systems-reatime-sing-fpgas-and-industry.pdf.

HIGHLY RELIABLE INFORMATION NETWORK FOR DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS

A.M. Romanov, B.V. Slaschev, A.I. Zolotih

The article proposes a new fieldbus of execution level for high reliable networking of distributed control systems, providing an information exchange in real-time scale with less than 500 µs cycle. High redundancy of a new network is provided by architecture-embedded redundancy mechanisms of both cable lines and separate devices.

Implementation of active compensation of transport delays permits to provide timing accuracy of information traffic participants between each other of less than 0.5 µs.

The essential merit of fieldbus on a par with high technical characteristics is a possibility of its implementation in indigenous hardware components using FPGA of 5576 series and MSC of 5529 series.

Поступила 17 апреля 2018 года.

УДК 621.37: 621.391

АДАПТИВНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ МЕШАЮЩИХ ОТРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕСОВЫХ ОКОН С АСИММЕТРИЧНОЙ АЧХ

© Автор, 2018

В.С. Федоров кандидат технических наук, старший научный сотрудник, АО «Корпорация «Фазотрон-НИИР», г. Москва E-mail: fedorov @phazotron.com

Рассматривается обнаружитель сигнала, использующий процедуру спектрального анализа, с функцией взвешивания входных отсчётов, рассчитанной на максимальный уровень мешающих отражений от подстилающей поверхности. Предложен способ, позволяющий при меньшем уровне мешающих отражений увеличить потенциал БРЛС путём адаптивной модификации функции взвешивания с учётом реального уровня помехи, без повторного проведения процедуры БПФ. На основе обобщения полученных ранее результатов рассмотрены различные варианты соответствующего преобразования спектра. В частности, изучен вариант адаптивной модификации с асимметричной частотной характеристикой эквивалентного весового окна, который в некоторых ситуациях имеет преимущество перед симметричным вариантом обработки.

Ключевые слова: цифровая обработка сигналов, весовое окно, обнаружение сигналов, адаптивная фильтрация.

We consider a signal detector using the spectral analysis procedure with a function of weighing the input samples calculated for the maximum level of clutters from the underlying surface. A method is suggested that, at a lower level of clutters, it is possible to increase the potential of the radar by adaptively modifying the weighing function, taking into account the actual level of clutters, without repeating the fast Fourier transformation (FFT) procedure. Based on the generalization of previously obtained results, the different variants of corresponding spectrum transformation are considered. In particular, the variant of the adaptive modification with the asymmetric frequency characteristic of an equivalent weight window, which in some situations has an advantage, is studied.

Keywords: digital signal processing, weight window, signal detection, adaptive filtering.

В статье рассматривается экономный способ, позволяющий при определенных условиях увеличить потенциал БРЛС путем адаптивной модификации функции взвешивания с учетом реального уровня отражений от подстилающей поверхности. При первичной обработке принятого сигнала используется процедура весовой обработки, проводимой для снижения уровня боковых лепестков частотной характеристики фильтра БПФ. При этом появляются энергетические потери, и вероятность обнаружения полезного сигнала уменьшается. В частности, для весовой функции Тейлора с уровнем подавления боковых лепестков –90 дБ потери составляют –2,70 дБ, что соответствует падению максимальной дальности обнаружения приблизительно на 14%. Отсюда вытекает задача: добиться частичного возмещения этих потерь при минимальных вычислительных затратах. Как вариант решения этой задачи была предложена процедура дополнительной обработки участка спектра сигнала, где возможно обнаружение сигнала от цели. Предложенная процедура сводится к операции свертки ограниченного набора значений спектра принятого сигнала с исправляющей функцией, представляющей собой дискретный тригонометрический многочлен степени L. При этом выбирается максимально допустимое значение параметра L, при котором обеспечивается необходимый уровень подавления боковых лепестков, который определяется с учетом суммарной мощности мешающих отражений. Данная процедура эквивалентна взвешиванию во временной области. Задаваясь исходным весовым окном, например, в нашем случае это окно Тейлора с подавлением 90 дБ, получаем линейку весовых окон, параметризованных целым числом L. Приведены амплитудночастотные характеристики таких окон, изучены их свойства. Рассмотрены характеристики двух типов симметричные и асимметричные. Проведен анализ свойств этих двух типов адаптивной весовой обработки и указаны условия их применения. Проведен расчет величины потерь мощности на выходе доплеровского фильтра по сравнению с оптимальным значением, в зависимости от значения параметра L. Показано, что уровень потерь быстро снижается с ростом L. Исследовано также поведение статистических

РАЗДЕЛ: ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

характеристик оценок доплеровской частоты принятого сигнала в зависимости от значения параметра L. Улучшение характеристик обнаружения, а также снижение разброса оценок доплеровской частоты принятого сигнала, в асимметричном случае уже не так велики, как при использовании симметричных окон. Тем не менее, использование такого варианта имеет смысл тогда, когда обрабатываемая группа значений спектра примыкает к зоне мешающих отражений, так как у таких окон область высокого подавления боковых лепестков приближена вплотную к центральному фильтру, что делает обработку более гибкой.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. **Риман А.И.**, **Федоров В.С.** Увеличение потенциала БРЛС путём адаптивной режекции коррелированной помехи. Радиолокационные системы специального и гражданского назначения. 2010-2012 / под ред. Ю.И. Белого. — М.: Радиотехника. 2011.
- 2. **Федоров В.С.** Улучшение оценок параметров и характеристик разрешения сигналов при замене весового окна // Вопросы радиоэлектроники, серия РЛТ. 2014, Вып. 3.
- 3. Кук Ч., Бернфельд М. Радиолокационные сигналы. М.: Сов. радио, 1971.

ADAPTIVE FILTERING OF INTERFERING REFLECTIONS USING WEIGHT WINDOWS WITH ASIMMETRIC AMPLITUDE-FREQUENCY RESPONSE

V.S. Fedorov

The article considers an economical method that allows, under certain conditions, to increase the potential of on-board radar by adaptive modification of the weighing function taking into account the real level of reflections from the underlying surface. At primary processing of received signal, the weighting procedure is used to reduce the level of side lobes of the frequency response of FFT filter. In this case, there are energy losses, and the probability of finding a useful signal decreases. In particular, for the Taylor weight function with side lobe suppression level of -90 dB, the losses are -2.70 dB, which corresponds to a drop in the maximum detection range by approximately 14%.

Hence the problem is to achieve partial compensation of these losses with minimal computational costs. As a variant of the solution of this problem, an additional processing procedure of signal spectrum portion was proposed, where the signal detection from the target is possible. The proposed procedure is reduced to the operation of convolution of a limited set of values of received signal spectrum with a correcting function, which is a discrete trigonometric polynomial of degree L. In this case, the maximum permissible value of L parameter is selected, at which the necessary level of side lobe suppression is provided, which is determined taking into account the total power of interfering reflections. This procedure is equivalent to weighing in the time domain.

Given the initial weight window, for example, in our case this is Taylor window with a 90 dB suppression, we obtain a ruler of weighted windows parametrized by an integer L. The amplitude-frequency characteristics of such windows are shown, their properties are studied. The characteristics of two types are considered: symmetric and asymmetric. The properties of these two types of adaptive weighing are analyzed and conditions of its application are indicated. The calculation of power loss at Doppler filter output is compared with the optimum value, depending on the value of L parameter. It is shown that the loss level rapidly decreases with L increasing. The behavior of statistical characteristics of Doppler frequency estimates of received signal is also studied depending on the value of L parameter.

The detection characteristics improvement, as well as the decrease in dispersion of Doppler frequency estimates of received signal, is already not so great in asymmetric case, as when using symmetric windows. Nevertheless, the use of such an option makes sense when the processed group of spectrum values adjoins the zone of clutters, since in such windows the region of high side-lobe suppression is approached closely to the central filter that makes the processing more flexible.

Поступила 9 апреля 2018 года.

УДК 621.396.96:621.391.26

НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ВЕСОВЫХ ФУНКЦИЙ С ВЫСОКОЙ СКОРОСТЬЮ СПАДАНИЯ ЛЕПЕСТКОВ СПЕКТРА И МИНИМАЛЬНЫМ УРОВНЕМ МАКСИМАЛЬНОГО БОКОВОГО ЛЕПЕСТКА

© Автор, 2018

А.Д. Хзмалян доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, главный специалист направления, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва E-mail: info@raspletin.com

Доказано, что традиционное представление весовой функции в виде отрезка ряда Фурье (по косинусам кратных аргументов) эквивалентно разложению по чётным степеням косинуса половинного аргумента. Новое представление даёт более компактные формулы для известных весовых функций с асимптотическими скоростями спадания боковых лепестков спектра 6(2n + 1) децибел на октаву (n = 0, 1, 2, ...). Предложены ранее не рассматривавшиеся классы функций со скоростями спадания лепестков спектра 12n (n = 1, 2, 3,...) децибел на октаву в виде разложений по нечётным степеням косинуса половинного угла, а также функций в виде разложений по чётным и нечётным степеням параболы с такими же скоростями спадания боковых лепестков.

Ключевые слова: радиолокация, цифровая обработка сигналов, весовая функция.

It is proved that the traditional representation of the window function as a sum of cosines of multiple arguments is equivalent to the representation as a sum of even powers of the half-argument cosine. The novel representation produces more compact formulas for known window functions with 6(2n + 1)-dB/octave asymptotic spectrum sidelobe decay rates (n = 0, 1, 2, ...). Proposed are new window families with 12n-dB/octave spectrum sidelobe decay rates (n = 1, 2, 3,...) in the form of sums of odd powers of the half-argument cosine, and also windows in the form of even-and odd-power sums of parabolas with the same sidelobe decay rates.

Keywords: radar, digital signal processing, window function.

Рассмотрены весовые функции с высокой скоростью спада боковых лепестков спектра и минимальным уровнем бокового лепестка при заданном ограничении на ширину главного лепестка по уровню подавления. Доказано, что традиционное представление весовой функции в виде отрезка ряда Фурье по косинусам кратных аргументов эквивалентно разложению по чётным степеням косинуса половинного аргумента. Новое представление даёт более компактные и требующие меньшего числа операций выражения для известных весовых функций с асимптотическими скоростями спада боковых лепестков спектра 6(2n+1) - децибел на октаву (n=1,2,3,...). Приведена сводка известных весовых функций в новом представлении. Предложены семейства функций со скоростями спада лепестков спектра (n=1,2,3,...) децибел на октаву, записываемые в виде сумм по нечётным степеням косинуса половинного аргумента. Предложены также оптимальные весовые функции в виде сумм по чётным и по нечётным степеням параболы с такими же скоростями спада боковых лепестков спектра. Разработана эффективная численная процедура синтеза рассматриваемых весовых функций для любых значений параметров, которая учитывает овражную структуру целевой функции. Приведена сводка новых функций, представляющих интерес для обработки квазинепрерывных сигналов в реальном времени.

Рассмотренные весовые функции более просты в реализации, чем известные, а также увеличивают набор доступных скоростей спада уровня боковых лепестков спектра. Окончательный выбор применяемой функции остаётся за разработчиком радиосистемы на основании требований, предъявляемых к ней по подавлению помехи, разрешению по частоте, дальности и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

- Хэррис Ф.Дж. Использование окон при гармоническом анализе методом дискретного преобразования Фурье. ТИИЭР, 1978, Т.66, №1. – С.60–96.
- Дворкович В.П., Дворкович А.В. Оконные функции для гармонического анализа сигналов. М.: Техносфера, 2016. 210 с
- 3. **Зайцев Г.В.** Класс весовых функций малого порядка для спектрального анализа, оптимальных по минимаксному критерию // Радиотехника. 2011, №3. С.21–32.
- 4. Зайцев Г.В. Класс весовых функций для спектрального анализа с высокой скоростью спада лепестков и минимальным уровнем максимального бокового лепестка // Радиотехника. 2012, №1. С.55–65.
- 5. Цифровая обработка сигналов в многофункциональных радиолокаторах. Методы. Алгоритмы. Аппаратура. Коллективная монография / под ред. Г.В. Зайцева. М.: Радиотехника, 2015.
- 6. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М.: Физматгиз, 1963.

NOVEL REPRESENTATIONS OF WINDOW FUNCTIONS WITH HIGH SPECTRUM SIDELOBE DECAY RATES AND MINIMUM SIDELOBE LEVELS

A.D. Khzmalyan

Window functions with high spectrum sidelobe decay rates and minimum sidelobe levels under a constraint on the main lobe suppression-level width are addressed. It is proved that the traditional representation of the window function as a sum of cosines of multiple arguments is equivalent to the representation as a sum of even powers of the half-argument cosine. The novel representation provides more compact formulas that require less computations for known window functions with 6(2n + 1)-dB/octave spectrum sidelobe decay rates (n = 0, 1, 2,...). A list of known window functions in the novel representation is provided. Window families with 12n-dB/octave spectrum sidelobe decay rates (n = 1, 2, 3,...) in the form of sums of odd powers of the half-argument cosine are proposed. Also proposed are optimum window functions in the form of even- and of odd-power sums of the parabolic function that feature the same spectrum sidelobe decay rates. An efficient numeric procedure that synthesizes the window functions at any parameter values taking into account the ravine structure of the goal function is developed. A list of the novel functions that can be used in real-time processing of pulse-train waveforms is provided.

The novel functions are more simple to implement and they extend the set of available sidelobe decay rates. The final decision on the function to use is made by the designer of the radio system based on requirements imposed on its interference suppression, frequency resolution, range, and the like.

Поступила 26 марта 2018 года.

УДК 658.512.22

КОНЦЕПЦИЯ СТРУКТУРНО-СЕМАНТИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРОЕКТНЫХ ПРОЦЕДУР В КОМПЛЕКСНОМ ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

© Авторы, 2018

Д.Э. Цыганков

инженер-конструктор I категории, АО «Ульяновский механический завод», г. Ульяновск E-mail: d.tsyg@mail.ru

А.С. Ванютин

начальник отдела, АО «НПП «Завод Искра», г. Ульяновск

Платформа Open CASCADE Technology (OCCT) представляет собой набор библиотек для твердотельного 3D-моделирования, включающих в свой состав функции и операции для разработки специализированных программных средств целого ряда областей, основной из которых являются системы
автоматизированного проектирования (CAD-системы). Библиотека ОССТ включает в себя шесть модулей, каждый из которых имеет функционал для решения определённого круга задач (визуализация
3D-объектов, сохранение 3D-модели и др.). Модуль Modeling Algorithms содержит набор классов, которые обеспечивают управление топологическими и геометрическими паттернами и выполнение над
ними ряда операций. Эти алгоритмы используют технологию описания твердотельных 3D-объектов
Воипсану Representation (B-Rep), применяемую практически во всех различных современных САDсистемах.

Ключевые слова: CAD-система, проектная процедура, 3D-модель, Open CASCADE Technology, проектная деятельность.

The Open CASCADE Technology (OCCT) platform is a set of libraries for 3D solid-modeling comprising of functions and operations for design of special-purpose software tools of a number of domains, the main of which are computer-aided design systems (CAD-systems). The OCCT library includes six modules, and each has a function to solve a special group of tasks (3D-objects rendering, 3D-model saving etc.). The Modeling Algorithms module includes a set of categories, which provide the topology and geometric patterns management and a set of operations execution with it. These algorithms use the Boundary Representation (B-Rep) 3D-solid objects description technique, applying almost in all various modern CAD-systems.

Keywords: CAD-system, design procedure, 3D-model, Open CASCADE Technology, project activities.

В настоящее время электронные 3D-модели все чаще представляют собой полноценную конструкторскую документацию, а процесс их построения – отдельный этап в составе комплексного процесса проектирования. Обилие CAD-систем, предназначенных для решения задач конструкторского проектирования выводит на передний план проблему интероперабельности в процессе передачи проектных решений. Решение данной проблемы стандартными подходами и известными средствами на сегодняшний день не представляется возможным. В качестве возможного решения авторами представлен подход, основанный на обобщении проектных процедур до уровня макрообъекта с фиксированным семантическим содержанием. Процесс обобщения программно реализован с использованием платформы Open CASCADE Technology. Применение структурно-семантического представления проектных процедур позволяет частично нивелировать проблему интероперабельности за счет представления 3D-геометрии, лишенной дерева построения в виде системы обобщенных макрообъектов, упрощая повторное использование последней.

ЛИТЕРАТУРА

Tsygankov D., Pokhilko A., Sidorichev A., Ryabov S., Kozintsev O. The Design Process Structural & Logical Representation in the Concurrent Engineering Infocommunication Environment, R. Curran et al. (eds.) Transdisciplinary Lifecycle Analysis of Systems, IOS Press, Amsterdam, 2015. – P.595–602.

РАЗДЕЛ: ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

- Kozintsev O., Pokhilko A., Kamalov L., Gorbachev I., Tsygankov D. A Model for Storing and Presenting Design Procedures in a Distributed Service-oriented Environment, J. Cha et al. (eds.) Moving Integrated Product Development to Service Clouds in the Global Economy, IOS Press, Amsterdam, 2014. P.84–91.
- 3. Горбачев И.В., Похилько А.Ф. Технология представления модели в функционально адаптированной САПР // Автоматизация процессов управления. 2008, №3. С.39–42.
- 4. Ващук Ю., Тараканов М., Мазурин А. Использование Open CASCADE для создания приложений // САПР и графика. 2001, № 9. URL: http://www.sapr.ru/article.aspx?id=7878&iid=319.
- 5. **Цыганков Д.Э.**, **Похилько А.Ф.** Представление процесса проектирования на базе обобщения элементарных операций до уровня семантических единиц // Автоматизация процессов управления. 2015, №3. С.81–88.
- Tsygankov D., Pokhilko A. The Design Process Procedural Representation Based on Open CASCADE Technology // Interactive Systems: Problems of Human-Computer Interaction. Collection of scientific papers. Ulyanovsk: USTU, 2015. P.232–235.
- 7. **Похилько А.Ф., Цыганков Д.Э.** Представление процесса проектной деятельности с использованием семантики процедурного моделирования // Радиотехника. 2015, №6. С.79–82.
- 8. Похилько А.Ф., Цыганков Д.Э. Формализация процесса построения 3D-модели изделия на основе библиотек Open CASCADE // Сборник научных трудов XIX Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении». СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015, Ч.2. С.29–31.

PROJECT PROCEDURES SYSTEM STRUCTURED-SEMANTIC REPRESENTATION IN COMPLEX ENGINEERING PROCESS

D.E. Tsigankov, A.S. Vanutin

Nowadays, the electronic 3D-models are more frequently represent a full-scale design documentation, and the process of its building is a separate stage within the integrated design process. The CAD-systems abundance intended for solution of engineering design tasks puts to the foreground the interoperability issue during design solutions transfer. The solution of this problem via the known up to date standard process and familiar tools is not possible. The possible solution is proposed by the authors in form of an approach based on design procedure generalization up to macro object level with fixed semantic content. The generalization process is software-implemented using the Open CASCADE Technology platform. The structured-semantic representation implementation of design procedures permits partially leveling of interoperability problem due to representation of 3D-geometry, lacking the tree derivation in form of generalized macro objects system, simplifying the reusability of the last.

Поступила 17 апреля 2018 года.

УДК 621.396

МЕТОДИКА ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА РТХ ФАР В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

© Авторы, 2018

В.В. Шубников кандидат технических наук, ведущий инженер, АО «ВНИИРА», г. Санкт-Петербург E-mail: tester8 @yandex.ru
М.И. Ривкин кандидат технических наук, ведущий специалист, АО «ВНИИРА», г. Санкт-Петербург

Описана и апробирована методика, позволяющая, используя априорные знания об антенной решётке (положения и диаграммы направленности излучателей), получить сечение её диаграммы направленности в дальней зоне по результатам сканирования на дуге окружности в ближней зоне.

Ключевые слова: ближнее поле, измерение диаграммы направленности, ДН, сканирование по дуге.

The article states the methodology description and validation permitting by implementing a priori knowledge on antenna array (positions and directional patterns of antenna elements) to obtain the cut of its directional pattern in far-field zone based on results of arc circle scanning in near field.

Keywords: near field, directional pattern measurement, directional pattern, arc scanning.

Описана и апробирована методика, позволяющая, используя априорные знания об антенной решётке (расположения и диаграммы направленности излучателей), получить сечение её диаграммы направленности в дальней зоне по результатам сканирования на дуге окружности в ближней зоне. Методика основывается на решении переопределённой системы уравнений. Псевдообратная матрица для этой системы вычисляется не по ранее предлагавшейся при таких измерениях формуле, а более численно устойчивым методом. Описаны методы компенсации задержки между моментами получения угловых координат и значений поля в них. Проведены натурные эксперименты для двухдиапазонной решётки, у которой в одном диапазоне частот расстояние между излучателями удовлетворяет требованию методики (превышает 0,6 длины волны), а в другом – нет; приводится сравнение диаграмм направленности (ДН), полученных по описываемой методике с ДН, рассчитанными при тех же исходных данных по теории цилиндрических волн, и измеренными на планарном сканере ближнего поля. Для восстановленных коэффициентов возбуждения излучателей вычислена погрешность метода по амплитуде и фазе.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. **Инденбом М.В.** Восстановление диаграммы направленности линейной антенны и устранение влияния отражений по измерениям в зоне Френеля // Антенны. 2013, Вып. 3(190).
- 2. **Гузеев И.В., Инденбом М.В.** Восстановление коэффициентов возбуждения излучателей линейной антенной решётки и её диаграммы направленности в дальней зоне по измеренной меридиональной ДН в зоне Френеля // Сборник докладов XVII научно-технической конференции ВНИИРТ «Радиолокационные системы и технологии». М.: ВНИИРТ, 2006.
- 3. **Golub G., Kahan W.** Calculating the singular values and pseudo-inverse of a matrix //Journal of the Society for Industrial & Applied Mathematics, Series B: Numerical Analysis. 1965, T.2, №2. C.205–224.

RADIO-TECHNICAL CHARACTERISTICS FIELD EXPRESS ANALYSIS METHODOLOGY OF PAA

V.V. Shubnikov, M.I. Rivkin

The article states the methodology description and validation permitting by implementing a priori knowledge on antenna array (positions and directional patterns of antenna elements) to obtain the cut of its directional pattern in far-field zone based on results of arc circle scanning in near field. The methodology is based on solution of overdetermined system of equations. The pseudoinverse matrix for this system is calculated by not previously proposed formula during such calculations, but in a numerical robust method. The delay compensation methods between moments of angular coordinates receiving and filed value in it are described. The full-scale experiments for dual-band array were conducted, which has distance between exciters in one frequency band, satisfies the methodology requirement (exceeds 0.6 of wavelength), and in another frequency band – foul; the comparison of directional patterns (DP), received in a described methodology with DP calculated at the same initial data according to the cylindrical wave theory, and measured on near field planar scanner is shown. For reconstituted feeding coefficients of exciters, the method error in amplitude and phase was calculated.

Поступила 19 апреля 2018 года.

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 351.814:621.38

ВИРТУАЛЬНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ПОЛИГОНЫ – СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

© Авторы, 2018

А.Д. Филин доктор технических наук, главный научный сотрудник, АО «ВНИИРА», г. Санкт-Петербург E-mail: fadadf @rambler.ru

В.П. Рачков кандидат технических наук,

инженер исследователь, 4 ГЦ подготовки авиационного персонала и войсковых испытаний, г. Липецк E-mail: vprevp@yandex.ru

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

В.Т. Яковлев доктор технических наук,

начальник научно-технического отдела, АО «ВНИИРА»,

профессор, Государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: aspirantura @vniira.ru

В работе рассматриваются актуальные проблемы создания и внедрения виртуальных электронных полигонов для эффективной профессиональной подготовки лётных экипажей и специалистов боевого управления, а также обоснованы тенденции по развитию системы лётно-тактической подготовки авиационных частей ВКС России на основе внедрения инновационных технологий в инфраструктуру «электронных полигонов».

Ключевые слова: электронный полигон, моделирование, характеристики, зависимость, лётнотактическая подготовка, эффективность.

The article examines the current problems of developing and introduction of virtual electronic target ranges for an effective professional training of flight crews and battle management specialists, and justifies the trends in flight-tactical training system development of the Russian Aerospace Forces aviation units based on introduction of innovative technology into «electronic target ranges» infrastructure.

Keywords: electronic polygon modeling, characteristics, dependence, schedule, efficiency.

В работе рассматриваются актуальные проблемы создания и внедрения виртуальных электронных полигонов для эффективной профессиональной подготовки лётных экипажей и специалистов боевого управления, а также обоснованы тенденции по развитию системы лётно-тактической подготовки авиационных частей ВКС России на основе внедрения инновационных технологий в инфраструктуру «электронных полигонов».

ЛИТЕРАТУРА

- Бердов В. Полигонный комплекс обучения летчиков воздушному бою // Зарубежное военное обозрение. 1983, №2. – С.55–58.
- 2. Учения по программе «Ред флэг» ВВС США // Зарубежное военное обозрение. Декабрь, 2015.
- 3. **Пиунов О., Пелин Л.** Оперативная и боевая подготовка ВВС США в свете новых угроз // Зарубежное военное обозрение. 2012, № 5. C.52–58.
- 4. Авиационные учения ВВС США «Красный Флаг». 2007. URL: http://www. airforce.ru.
- 5. Линник С. Полигоны Невады. Часть 2 // Военное обозрение январь. 2017. URL: http://www.topwar.ru.
- 6. Кошкина О.Ю. Краснозвездные «агрессоры» американских ВВС // Независимое военное обозрение. 23.06. 2006.
- 7. **Новичков Я.И.** Подготовка лётного состава ВВС многонациональных сил к операции «Буря в пустыне» // Зарубежное военное обозрение. 1991 №7. С.75–62.
- 8. **Бестугин А.Р., Киршина И.А., Санников В.А., Филин А.Д., Шатраков Ю.Г.** Безопасность полётов и направления развития тренажёров специалистов управления авиацией. Монография. СПб, 2015. 516 с.
- 9. Military Review. February 1984. C.78-95.
- 10. ВИНИТИ Авиастроение. 1977, №6. С.49-52.
- 11. **Бестугин А.Р., Володягин А.В., Филин А.Д. Шатраков Ю.Г.** Электронные полигоны для организации тактической подготовки лётного и командного состава ВВС РФ // «Вестник воздушно-космической обороны». М.: ОАО «ГСКБ «Алмаз Антей», 2014, Вып.2(2). С.16–23.
- 12. **Филин А.Д., Бестугин А.Р., Рачков В.П., Шатраков Ю.Г.** Инновационно-когнитивная концепция развития обучающих средств в авиации // Вестник воздушно-космической обороны. М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2017, Вып.1(13). С 23–28
- 13. **Филин А.Д.**, **Шатраков А.Ю.**, **Яковлев В.Т. и др.** Моделирование характеристик виртуального эле5ктроннного полигона для подготовки лётного и командного состава ВВС РФ // Вестник воздушно-космической обороны. М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2015, Вып.3(7). С.122–131.

STATE AND DEVELOPMENT TRENDS OF VIRTUAL AERIAL ELECTRONIC TARGET RANGES

A.D. Filin, V.P. Rachkov, Y.G. Shtrakov, V.T. Yakovlev

The article examines the current problems of developing and introduction of virtual electronic target ranges for an effective professional training of flight crews and battle management specialists, and justifies the trends in flight-tactical training system development of the Russian Aerospace Forces aviation units based on introduction of innovative technology into «electronic target ranges» infrastructure.

Поступила 14 марта 2018 года.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

УДК 623.764

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВЁРТЫВАНИЯ СИСТЕМЫ ПРОТИВОРАКЕТНОЙ ОБОРОНЫ AEGIS ASHORE

© Авторы, 2018

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

М.В. Жестев кандидат технических наук, первый зам. начальника ОКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва В.И. Колесниченко доктор технических наук, профессор, зам. начальника ОКБ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва С.В. Аксёнов доктор военных наук, профессор В.К. Новиков кандидат военных наук, доцент

Рассматриваются вопросы назначения, состава, современного состояния и перспектив развёртывания системы противоракетной обороны AEGIS ASHORE на европейском континенте в рамках развития глобальной эшелонированной противоракетной обороны.

Ключевые слова: противоракетная оборона, противоракета, радиолокационная станция, баллистическая цель.

The article states the purpose, composition, current state and prospects issues of European AEGIS ASHORE missile defense system within the deployment of US global missile defense system.

Keywords: missile defense system, interceptor, firing tests, radar, ballistic target, terminal interception.

Система ПРО AEGIS ASHORE представляет собой береговую версию корабельной системы противоракетной обороны AEGIS. Данная система ПРО предназначена для обнаружения, сопровождения и перехвата баллистических ракет противника на среднем участке траектории противоракетами серии SM-3 (в настоящее время *Block* IB, в перспективе *Block* IIA). США планируют перенести центр тяжести работ по дальнейшему наращиванию своего противоракетного потенциала в Европу. В основу архитектуры европейской ПРО будет заложен комплекс AEGIS морского и наземного (берегового) базирования. Руководство Агентства ПРО США рассчитывает, что после завершения поэтапной адаптивной программы развертывания ПРО в Европе EPAA (*European Phased Adaptive Approach*), на которую отводится 9 лет – с 2009 по 2020 годы, комплексы ПРО AEGIS ASHORE, развёрнутые в Румынии и Польше, будут способны обеспечить перехват баллистических ракет средней дальности на среднем и восходящем участках траектории полёта. Объект NSF AEGIS ASHORE в Девеселу (Румыния) в конце 2015 г., заступив на боевое дежурство с загруженными противоракетами SM-3 *Block* IB, стал первым элементом наземной системы ПРО НАТО в Восточной Европе. После ввода в строй в Румынии объекта ПРО MDA и BMC США начали сооружение аналогичного

РАЗДЕЛ: АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

объекта в Польше. Окончание строительства комплекса в Польше планируется на 31 декабря 2018 года. В развертывании на своей территории нескольких комплексов системы ПРО AEGIS ASHORE проявляет заинтересованность Япония. С технической точки зрения AEGIS ASHORE может сохранять совместимость с крылатыми ракетами и использоваться для их запуска. Развёртывая комплексы ПРО в непосредственной близости от российских или китайских границ, США показывает свое желание получить преимущества в гипотетическом обмене ракетно-ядерными ударами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Васильев В.А., Голубчиков С.В. Создание и развертывание противоракетной обороны США и перспективы её развития до 2020 года // Вестник Академии Военных Наук. - 2015, № 4(53). - С.136-144.
- 2. Аксёнов С.В., Васильев В.А., Голубчиков С.В., Гуров Г.Б., Жестев М.В., Новиков В.К. Современное состояние и перспективы развития ПРО США // Вестник воздушно-космической обороны». - М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2018, №2(18). - C.125-131.
- 3. Ненартович Н.Э., Горевич Б.Н. Система противоракетной обороны США. Анализ и моделирование. М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2018. - 320 с.
- 4. URL: http://rbase.new-factoria.ru/news/lrdr.
- $\textit{URL: https://vpk.name/news/180098_lockheed_martin_pristupila_k_ispyitaniyam_perspektivnoi_rls.html.}$
- 6. Голубчиков С.В., Новиков В.К., Жестев М.В., Колесниченко В.И. Противоракетная оборона Японии, Южной Кореи, Австралии как составные элементы глобальной противоракетной обороны // Вестник Академии Военных Hayk. – 2016, № 2(55). – C.94–103.
 7. URL: https://topwar.ru/131768-protivoraketnyy-kompleks-aegis-ashore-suhoputnyy-korabl-i-ugroza-bezopasnosti.html.
- 8. URL: http://rbase.new-factoria.ru/news/nachaty-ispytaniya-pervogo-obekta-protivoraketnoy-oborony-v-rumynii.
- URL: Missile Defense Agency. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide//Department of Defense Fiscal Year 2018 President's Budget Submission. 2017.
- 10. Васильев В.А., Голубчиков С.В., Новиков В.К. Основы противодействия перспективным системам противоракетной обороны противника. - М.: РВСН, 2000. - 348 с.
- 11. **Васильев В.А., Голубчиков С.В**. Создание и развертывание противоракетной обороны США и перспективы её развития до 2020 года // Вестник Академии Военных Наук. – 2015, № 4(53). – С.136–144.
- 12. Голубчиков С.В., Гуров Г.Б., Жестев М.В., Колесниченко В.И. Система ПРО морского базирования AEGIS как элемент глобальной системы противоракетной обороны США // Журнал «Вестник воздушно-космической обороны». – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2017, №1(13). – С.118–131.
- 13. Голубчиков С.В. Перспективы развития системы ПРО морского базирования AEGIS // Морской сборник. 2015, № 2(2015). - C.67-76.
- 14. URL: https://topwar.ru/131768-protivoraketnyy-kompleks-aegis-ashore-suhoputnyy-korabl-i-ugroza-bezopasnosti.html.

AEGIS ASHORE MISSILE DEFENSE SYSTEM CURRENT STATE AND DEPLOYMENT PROSPECTS

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

The AEGIS ASHORE missile defense system is a ground-based version of sea-based AEGIS BMD system. The missile defense system is intended for detection, tracking and midcourse interception of enemy ballistic missiles with SM-3 series interceptor missiles (at present - Block IB Mod, in prospect - Block IIA Mod). The US plans to foster the main efforts for further missile defense potential deployment in Europe. The European missile defense architecture structure will comprise the ground (ashore) and sea-based complex. The US Missile Defense Agency (MDA) reckons on that after completion of EPAA (European Phased Adaptive Approach) missile defense program accounted for 9 years (2009-2020), AEGIS ASHORE complexes in Romania and Poland will be capable to intercept medium-range ballistic missiles at midcourse and ascent phase.

The AEGIS ASHORE object in Devesellu (Romania) military base has been deployed and operated since 2015, with SM-3 Block IB missiles, that is the first element of ground-based NATO missile defense system in Eastern Europe.

After deployment of the object in Romania, the MDA and US NAVY started to construct the analog object in Poland. The completion of the object construction in Poland is planned on December 31, 2018.

The Japan interests in deployment of the AEGIS BMD system on its territory.

From the technical side, the AEGIS BMD system can be fielded with and launch cruise missiles.

The US AEGIS BMD system deployment in close proximity to the Russian and Chinese boundaries demonstrates a will to score an advantage in hypothetical exchange of nuclear missile strikes.

Поступила 15 октября 2018 года.

НАУЧНЫЕ РЕЦЕНЗИИ И ОТЗЫВЫ



Балыбердин В.А., Белевцев А.М., Бендерский Г.П. Прикладные методы оценки и выбора решений в стратегических задачах инновационного менеджмента: Монография. – М.: Издательскоторговая корпорация «Дашков и К°», 2017. – 240 с.

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ Панов В.В., д-р техн. наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ Киселев В.Д.

В книге рассмотрено текущее состояние методологии оценки решений в рассматриваемой области и предложены методы и алгоритмы решения типичных задач поддержки принятия решений. Описаны задачи стратегического анализа направлений инновационного развития высокотехнологичных предприятий.

Представлена общая характеристика и основные особенности методов стратегического анализа. Изложены методы оценки и выбора решений в стратегических задачах инновационного менеджмента в условиях неопределённости и нечёткости исход-

ной информации. Подробно представлены оптимизационные модели в стратегических задачах инновационного менеджмента. Книга предназначена для руководителей разного уровня, занимающихся вопросами обоснования и выбора различного рода решений при инновационном развитии высокотехнологичных предприятий и внедрении новых технологий.

Книга может быть полезна аспирантам, магистрантам и студентам соответствующих направлений подготовки, а также лицам, интересующимся новыми направлениями развития в науке и технике.



Катулев А.Н., Храмичев А.А., Ягольников С.В. Цифровая обработка 2D слабоконтрастных изображений, формируемых оптико-электронным прибором в сложных фоновых условиях. Обнаружение, распознавание, сопровождение динамических объектов. Монография. – М.: Радиотехника, 2018. – 408 с.

Рецензенты: д-р. физ.-мат. наук, проф., академик РАН А.С. Сигов, д-р. техн. наук, проф., зав. кафедрой, МГТУ им. Г.Э. Баумана Г.П. Слукин.

В книге изложены новые оптимальные методы и алгоритмы для этапов обнаружения, сопровождения и распознавания типа обнаруженных динамических объектов по их изображениям на двумерных фоноцелевых кадрах оптико-электронных приборов, а также результаты оценки характеристик качества функционирования алгоритмов в реальных условиях. В целом авторами развита вейвлет-фрактально-корреляционная теория и созданы новые

эффективные методы и алгоритмы обнаружения, распознавания и сопровождения динамических объектов в условиях априорной неопределённости относительно технических, траекторных характеристик объектов, характеристик оптического излучения объектов и фонов.

Предложенные методы опережают достигнутый уровень в известных работах по близким проблемам отечественных и зарубежных авторов и определяют их научную значимость.

Книга предназначена для специалистов, проектирующих программные комплексы обработки информации в оптико-электронных информационных системах, а также студентов, аспирантов и преподавателей вузов, занимающихся проектированием информационных оптико-электронных систем.