

ВЕСТНИК

воздушно-космической обороны

Научно-технический рецензируемый журнал

Выпуск № 3(27), 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

А.С. Сумин, д-р техн. наук, профессор

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Б.М. Вовшин, д-р техн. наук

М.А. Горбачёв, д-р техн. наук

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

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

А.И. Даниленко, д-р техн. наук

М.В. Жестев, канд. техн. наук

А.А. Жилев, д-р техн. наук

Г.В. Зайцев, д-р техн. наук

А.Б. Игнатьев, д-р техн. наук, профессор

В.А. Кашин, д-р техн. наук, профессор

С.К. Колганов, д-р техн. наук, профессор

В.И. Колесниченко, д-р техн. наук, профессор

Ю.Н. Кофанов, д-р техн. наук, профессор

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

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

С.П. Соколов, д-р техн. наук

П.И. Стариковский, д-р техн. наук

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

А.А. Трухачев, д-р техн. наук

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

Технический редактор: М.А. Лайков

Корректор: А.Н. Борзова

Компьютерная верстка: О.А. Пыхонина

☎ редакции (499) 940-02-22

доб. 1-79-06, 1-17-23, 1-16-00, 5-51-15

E-mail: aspirantura@gskb.ru

izd.group@gskb.ru

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

К.З. Биялтинов, И.А. Шляпцев, В.В. Меняйло

Применение структурно-функциональной модели

в методе и методике оценки качества систем 5

► **Применение сил и средств ВКО**

В.Г. Слугин, А.А. Зубарев, А.Я. Мехтиев, В.В. Насонов, В.А. Ковешников

Алгоритм оценки поражения цели

при стрельбе ракетным вооружением зенитных комплексов 14

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

И.Н. Лобов, О.К. Березин

Высоковольтный импульсный модулятор

для аппаратуры радиопередающего устройства МФР 22

И.Ф. Лозовский

Алгоритмы обнаружения когерентных пачек

широкополосных сигналов в РЛС обзора 31

Л.М. Минокин, Н.Н. Алдошин, В.В. Сгибнев, Д.А. Макурин

Использование поляризационного фильтра

в виде структуры из сверхтонких проволок в конструкциях антенн 44

В.С. Оконешиников, К.К. Севостьянов

Компенсация амплитудных и фазовых искажений в РЛС

при цифровой обработке ЛЧМ сигналов 50

Д.З. Садикова, С.А. Фейсханов, С.И. Похвалов

Применение 3D-лазерного центра

для изготовления щелей связи в листовых деталях 60

► **Прикладные задачи применения информационных технологий**

К.З. Биялтинов, В.В. Меняйло

Методика оценки эффективности систем

на основе модифицированного метода DEA 66

Вестник воздушно-космической обороны:
Научно-технический журнал/
ПАО «НПО «Алмаз», 2020 г.
№ 3(27). С. 1–132

Подписано в печать 19.08.2020 г.
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 7,2. Тираж 1000 экз.
Заказ № 170210

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

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-63487

Учредитель: Публичное акционерное общество
«Научно-производственное объединение
«Алмаз» имени академика А.А. Расплетина»

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

Статьи рецензируются.

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

© ПАО «НПО «Алмаз», 2020

ISSN 2311-830X

Цена за 1 экз. – 600 руб.

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

И.В. Карельский, В.М. Алдошин
*Построение информационно-аналитической системы поддержки
принятия решений руководящим составом предприятия ОПК
на базе концепции Business Intelligence* 75

Г.В. Светлов, С.С. Кукушкин
*Методы представления и обработки информации, основанные
на современных достижениях в области конструктивной теории
конечных полей* 81

Д.Э. Цыганков, Г.Р. Шайхеева
*Конструктивно-функциональная вариативность проектных решений
на этапе эскизного проектирования в CAE/CAD-системах* 86

► Аналитические исследования зарубежного опыта

**С.В. Голубчиков, М.В. Жестев, В.И. Колесниченко,
С.В. Аксёнов, В.К. Новиков**
*Современное состояние и перспективы развития системы
раннего обнаружения пусков баллистических ракет
космического, морского и наземного передового базирования* 95

Э.Г. Лазаревич, С.К. Колганов, И.А. Ленцкевич
*Организационная и технологическая сущность трансформации
вооруженных сил США в информационную эру* 113

► Научные рецензии и отзывы 132

CONTENTS

► Topical issues on Aerospace defense system and elements arrangement

K.Z. Biliatdinov, I.A. Shlyantsev, V.V. Menailo

Application of a structural-functional model within the system quality assessment method and methodology 5

► Aerospace defense systems and components application

V.G. Slugin, A.A. Zubarev, A.Ya. Mekhtiev, V.V. Nasonov, V.A. Koveshnikov

Target engagement assessment algorithm when shooting air defence missiles 14

► Design-engineering and technological research works

I.N. Lobov, O.K. Berezin

A High-voltage pulse modulator for the MFR transmitter 22

I.F. Lozovskiy

Wideband signal coherent packet detection algorithms for surveillance radars 31

L.M. Minokin, N.N. Aldoshin, V.V. Sgibnev, D.A. Makurin

Using a polarizing filter in the form of a sub-micron wire structure in antenna designs 44

V.S. Okoneshnikov, K.K. Sevostiyarov

Comensation of amplitude and phase distortions in radar LFM signal using digital processing 50

D.Z. Sadikova, S.A. Feyskhanov, S.I. Pokhvalov

Using a 3D laser centre to manufacture coupling slits in sheet metal parts 60

IT applied application tasks

K.Z. Biliatdinov, V.V. Menailo

System effectiveness assessment methodology based on a modified DEA method 66

I.V. Karelskiy, V.M. Aldoshin

The creation of an information-analytical decision support system for the management of a defense industry enterprise based on the business intelligence concept 75

G.V. Svetlov, S.S. Kukushkin

Information representation and processing methods based on modern achievements in the domain of the constructive finite field theory 81

D.E. Tsygankov, G.R. Shaikheeva

Constructive & Functional Variability of Design Solutions at the Conceptual Design Stage in CAE / CAD Systems 86

► **Foreign experience analytic research**

**S.V. Golubchikov, M.V. Zhestev, V.I. Kolesnichenko,
S.V. Aksenov, V.K. Novikov**

*Modern state and development prospects of the early ballistic
missile launch detection system national missile defense
of forward space, sea and land deployment 95*

E.G. Lazarevich, S.K. Kolganov, I.A. Lentskevich

*Understanding the organizational and technological essence
of the transformation of the united states armed forces in the information era 113*

► **Scientific reviews and reference..... 132**

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

Распоряжением Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28.12.2018 года № 90-р журнал «**Вестник воздушно-космической обороны**» включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

URL: <http://www.vak.ed.gov.ru/documents/10179/0/Приложение.pdf>.

Включён в перечень ВАК по группам научных специальностей:

- 05.12.00 – Радиотехника и связь;
- 05.27.00 – Электроника.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ВКО

УДК 621.396.6.004

ПРИМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ В МЕТОДЕ И МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СИСТЕМ

© Авторы, 2020

К.З. Биятдинов кандидат военных наук, доцент
докторант, АО «ЦНИИЭИСУ», г. Москва
E-mail: k74b@mail.ru

И.А. Шлянцев
начальник отдела, АО «НИИССУ», г. Москва
E-mail: Namaioiki@protonmail.com

В.В. Меняйло кандидат филологических наук,
доцент, НИУ «ВШЭ», г. Санкт-Петербург
E-mail: menyaylo917@mail.ru

В статье предлагается к применению типовая форма структурно-функциональной модели системы военного назначения, разработанная в виде таблицы. Описано применение данной модели в методе оценки качества системы на основе построения и сравнения «идеальной» (базовой) и реальной структурно-функциональных моделей системы. Представлены примеры применения структурно-функциональной модели в качестве источника систематизированных исходных данных для проведения расчётов в методиках оценки качества и оценки вероятностных характеристик систем.

Ключевые слова: оценка, модель, методика, вероятность, метод, качество, система, критерий, структура, управление, эффективность.

The article presents a standard structural-functional model form (designed as a table) for a military system. It describes the application of this model within the system quality assessment method on the basis of the comparison between the «ideal» (basic) and the real structural-functional models of the system. Finally, examples of the application of the structural-functional model as a source of systematized data are provided for the purpose of making calculations within the methods for the assessment of systems' quality and their probabilistic characteristics.

Keywords: assessment, model, methodology, probability, method, quality, system, criterion, structure, management, effectiveness.

Эффективность управления системами военного назначения (далее – системами) во многом зависит от своевременных и обоснованных управленческих решений, принятых по результатам оценки качества технических систем в их составе. В настоящее время несовершенство методического аппарата оценки качества приводит к возникновению актуальной слабострукту-

рированной проблемы, заключающейся в необходимости разрешения противоречия между требованием к существенному уменьшению затрат времени и ресурсов на оценку качества систем в процессе эксплуатации и необходимостью сбора и обработки больших объемов информации о состоянии систем, получаемой из различных источников.

Одним из рациональных путей частичного решения проблемы на практике является применение структурно-функциональной модели системы при оценке качества систем. Структурно-функциональная модель системы описывает участие технических систем в выполнении функций системы, их количество и показатели качества, наиболее важные для обеспечения достижения цели. Применение структурно-функциональной модели будет обеспечивать требуемый уровень детализации функций системы и описывать ее специфику вне зависимости от предназначения.

Реализация данного пути представлена в методе оценки качества системы на основе построения и сравнения «идеальной» (базовой) и реальной структурно-функциональных моделей системы (далее – Метод). Назначение Метода: комплексная оценка качества систем и систематизация получаемых результатов оценки качества в интересах подготовки своевременных и обоснованных управленческих решений. Сущность Метода: состоит в комплексном сравнении значений показателей качества, полученных в виде статистической информации из внутренних и внешних информационных ресурсов с учетом требований к системе. При этом информация систематизируется и проверяется на соответствие требованиям в формализованных таблицах по каждому выбранному показателю качества. Для критически важных значений показателей в базовой модели предусмотрено введение коэффициента вето. Так как в любой системе обычно есть требования к установленным параметрам, снижение или увеличение которых категорически недопустимо. Предлагаемый Метод рационально применять как для оценки качества систем в целом, так и в методиках оценки качества технических систем в их составе.

Приведены примеры применения структурно-функциональной модели системы в методике оценки качества систем и в методике оценки вероятностных характеристик систем с использованием программы для ЭВМ. В примерах применение структурно-функциональной модели состоит в получении систематизированных исходных данных:

- а) показателей оценки качества и нормированных коэффициентов их важности;
- б) максимально и минимально допустимых значений этих показателей;
- в) действительных значений показателей, полученных в процессе эксплуатации систем;
- г) требуемого количества технических систем в составе систем военного назначения.

В заключении приведены формулы расчета экономии времени и ресурсов, с помощью которых обосновывается, что применение разработанной структурно-функциональной модели системы способствует частичному решению сформулированной проблемы, так как уменьшает затраты времени и ресурсов на оценку качества систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Билиадинов К.З., Красов А.В., Меняйло В.В.** Исследование систем и анализ результатов испытаний. Монография. Санкт-Петербург: Астерион, 2019. – 362 с.
2. **Месарович М., Мако Д., Такахара И.** Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
3. Надёжность и эффективность в технике. Справочник / ред. совет: В.С. Авдеевский (пред.) и др. Т.3. Эффективность технических систем / под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
4. **Флейшман Б.С.** Элементы теории потенциальной эффективности систем. – М.: Сов. радио, 1971. – 224 с.
5. **Билиадинов К.З.** Расчёт и анализ вероятностных характеристик системы // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2020610203, дата государственной регистрации 10.01.2020.

APPLICATION OF A STRUCTURAL-FUNCTIONAL MODEL WITHIN THE SYSTEM QUALITY ASSESSMENT METHOD AND METHODOLOGY

K.Z. Biliatdinov, I.A. Shlyantsev, V.V. Menailo

Nowadays the successful development and improvement of military systems (hereinafter – systems) primarily depends on timely and reasoned managerial decisions that are made based on the result of incorporated technical system effectiveness assessments. Currently, the flaws in existing quality assessment methodologies lead to the emergence of an acute problem that has no standard solution method – the conflict between the necessity to considerably decrease the amount of time and resources spent on the assessment of a system's quality in the process of its operation and the necessity to gather and analyze big data about the system's condition coming from multiple sources.

The article proposes a rational practical solution that can at least partly solve the outlined problem, i.e. the application of the structural-functional model of a system to assess its quality. This model describes the roles of technical systems in the fulfillment of a system's functions, their number, and the quality indicators that are most important for the accomplishment of the objective. The practical application of the structural-functional model will provide the required level of specification of a system's functions and peculiarities irrespective of the system's purpose.

The implementation of the proposed approach is based on the method of comparison between the «ideal» (basic) and the real structural-functional models of a system (hereinafter – the Method). The main aim of the Method is to comprehensively assess a system's quality and systematize the results of this assessment for the purpose of making timely and reasoned managerial decisions. The Method in its essence consists in the comprehensive comparison of quality indicator values received in the form of statistical data from internal and external sources of information about the system while taking into account the requirements for this system. The information is systematized and checked for the compliance with the requirements by each chosen indicator in standardized tables. The basic model allows for the introduction of the veto index for crucial indicators as any system usually contains requirements for set parameters the decrease or increase of which is strictly forbidden. The Method is used most effectively for the purpose of the quality assessment of both a system overall and technical systems within it.

In addition, the article gives examples of the application of the structural-functional model of a system in system quality assessment methods and in the assessment methodology for a system's probabilistic characteristics with the use of computer programmers.

They highlight the application of the model for the obtainment of the following systematized source data:

- a) quality assessment indicators and the standard coefficients of their importance;
- b) the maximum and minimum values allowed for these indicators;
- c) actual values of the indicators received during the operation of the systems;
- d) the required quantity of technical systems within military systems.

Finally, the article presents formulas for the calculation of time and resource savings that prove that the proposed structural-functional model can partly solve the above-mentioned problem as it helps decrease the amount of time and resources spent on system quality assessment.

Поступила 30 июня 2020 года.

ПРИМЕНЕНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ ВКО

УДК 531.814:621.38

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ПОРАЖЕНИЯ ЦЕЛИ ПРИ СТРЕЛЬБЕ РАКЕТНЫМ ВООРУЖЕНИЕМ ЗЕНИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

© Авторы, 2020

В.Г. Слугин

*главный конструктор по комплексам противовоздушной обороны,
АО «КБ приборостроения им. академика А.Г. Шипунова», г. Тула*

А.А. Зубарев

*зам. главного конструктора по комплексам противовоздушной обороны, начальник отделения,
АО «КБ приборостроения им. академика А.Г. Шипунова», г. Тула*

А.Я. Мехтиев

начальник отдела, АО «КБ приборостроения им. академика А.Г. Шипунова», г. Тула

В.В. Насонов

начальник сектора, АО «КБ приборостроения им. академика А.Г. Шипунова», г. Тула

В.А. Ковешников кандидат технических наук,

ведущий инженер, АО «КБ приборостроения им. академика А.Г. Шипунова», г. Тула

E-mail: kbkedr@tula.net

На основе изменения признаков сопровождения ракеты и цели, а также анализа динамики параметров движения цели после прохождения точки встречи разработана математическая модель и соответствующий алгоритм идентификации ситуации для выявления факта поражения цели.

Ключевые слова: ракета, цель, баллистика, моделирование, прогноз.

Based on the change of missile and target tracking cues as well as the analysis of the target's movement dynamics after passing the point interception a mathematical model and a corresponding situation identification algorithm for the purpose of establishing the fact of target engagement have been developed.

Keywords: missile, target, ballistics, modelling, prediction.

Современные зенитные ракетно-пушечные комплексы (ЗРПК) при работе пушечным или ракетным вооружением должны обеспечивать минимальное время обслуживания каждой цели, по которой ведётся стрельба, с оперативной выдачей признака поражения цели. В связи с этим возникла необходимость разработки и реализации в ЗРПК алгоритма оценки поражения цели при стрельбе ракетным вооружением с помощью средств математического и программного обеспечения центральной вычислительной системы (ЦВС).

Алгоритм оценки поражения цели при стрельбе по различным типам воздушных целей предполагает использование как пушечного, так и ракетного вооружения. Это позволит в процессе боевой работы определить факт поражения или непоражения цели и выдать информационный признак о продолжении или прекращении стрельбы в полуавтоматическом режиме

ведения огня. В автоматическом режиме появляется возможность выдавать и использовать признак для прекращения ведения огня по цели в случае её поражения.

Работа алгоритма основана на анализе информации, поступающей от систем сопровождения цели и ракеты, и последующей обработке этих данных, согласно математической модели расчёта индикаторов поражения соответственно при стрельбе пушечным и ракетным вооружением.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Моисеев Н.Н.** Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 448 с.
2. **Зубарев А.А., Ерохин А.М., Ковешников В.А., Насонов В.В., Грачев А.Е.** Алгоритм оценки поражения цели при стрельбе пушечным вооружением зенитных комплексов // Системы ВТО. Создание, применение и перспективы. – 2015, Выпуск 3(7). – С.96–103.

TARGET ENGAGEMENT ASSESSMENT ALGORITHM WHEN SHOOTING AIR DEFENCE MISSILES

V.G. Slugin, A.A. Zubarev, A.Ya. Mekhtiev, V.V. Nasonov, V.A. Koveshnikov

Based on the change of missile and target tracking cues as well as the analysis of the target's movement dynamics after passing the point interception a mathematical model and a corresponding situation identification algorithm for the purpose of establishing the fact of target engagement have been developed.

Поступила 7 октября 2019 года.

ИССЛЕДОВАНИЯ В СФЕРЕ ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

УДК 621.373.5

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ МОДУЛЯТОР ДЛЯ АППАРАТУРЫ ПЕРЕДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА МФР

© Авторы, 2020

И.Н. Лобов

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

E-mail: info@raspletin.com

О.К. Березин кандидат технических наук,

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

В статье представлен импульсный модулятор для радиопередающего устройства МФР, высоковольтные каскады которого построены на IGBT транзисторах. Представлены сравнительные характеристики полупроводникового модулятора и модулятора на основе ламп ГМИ. Описаны схемы построения модуляторов и принципы их работы.

Ключевые слова: высоковольтный импульсный модулятор, управление клистроном, внутри-вакуумный пробой, IGBT транзистор, «сквозной» ток, распределение напряжения.

The article presents the description of a high-voltage pulse modulator for the MFR transmitter, the high voltage channels of which are based on IGBT. Comparative characteristics of semiconductor and GMI tube modulators are presented. The design schemes and operational principles of these modulators are described.

Keywords: high-voltage pulse modulator, klystron operation, vacuum breakdown, IGBT, «let-through» current, voltage distribution.

В статье представлен импульсный модулятор для управления клистроном радиопередающей аппаратуры МФР.

Описываются условия эксплуатации и особенности работы импульсного модулятора. Приведено сравнение достоинств и недостатков импульсных модуляторов на основе электровакуумных и полупроводниковых приборов. Рассмотрены требования к параметрам модулирующего импульса, от которых зависит качество выходного сигнала передающего устройства.

Определены задачи, требующие решения при проектировании импульсных модуляторов на полупроводниковых приборах. Приведена структурная схема импульсного модулятора на IGBT транзисторах, описан принцип работы. Представлены осциллограммы распределения напряжения в высоковольтных каскадах модулятора.

Приведено сравнение основных технических характеристик импульсных модуляторов на основе ламп ГМИ и на основе IGBT транзисторов. Представлен общий вид импульсного модулятора.

За счет применения быстродействующих IGBT транзисторов удалось снизить потребляемую мощность от источника напряжения смещения и увеличить время наработки импульсного модулятора на весь гарантийный срок службы аппаратуры МФР.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Цыцарев А.Ю., Емельянов Е.В., Заболотная С.В., Албутов А.Н.** Система автоматизированного управления, защиты и контроля выходного усилителя передающего устройства многофункционального радиолокатора // Журнал «Вестник ВКО». – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2017, Выпуск 2(14). – С.70–76.
2. **Вамберский М.В., Казанцев В.И., Шелухин С.А.** Передающие устройства СВЧ / под ред. М.В. Вамберского. – М.: Высшая школа, 1984. – С.173–182.
3. **Монин С.В., Млиник А.Ю., Казанцев В.И.** Сеточный твердотельный модулятор с широким диапазоном изменения параметров модулирующих импульсов // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Серия «Приборостроение». – 2003, №1.
4. **Вилков А.Н.** Электрический пробой и энерговыделение во время пробоя в ЭВП СВЧ О-типа // Электронная техника. Серия 1. СВЧ-техника. – 1997, №2(470). – С. 9–14.
5. **Вилков А.Н.** Форма модулирующего импульса и требования к катодно-сеточной цепи ЭВП СВЧ О-типа с управляющим электродом / Электронная техника. Серия 1. СВЧ-техника. – 1999, №2(474).
6. **Laszlo Balogh.** Design and application guide for high speed MOSFET gate drive circuits / Texas Instruments. – 2014.
7. **Казанцев В.И., Платонов С.А., Сергеев В.Г.** Распределение напряжений между транзисторами в высоковольтных твердотельных ключах, построенных по последовательной схеме // Электронная техника. Серия 1. СВЧ-техника. – 2012, №3(514).

A HIGH-VOLTAGE PULSE MODULATOR FOR THE MFR TRANSMITTER

I.N. Lobov, O.K. Berezin

This article presents the description of a high-voltage pulse modulator to operate the MFR transmitter klystron. The pulse modulator operation conditions and features are described.

The advantages and disadvantages of modulators based on electrovacuum and semiconductor devices are compared. The requirements are reviewed for pulse modulator characteristics, on which the quality of the transmitter output signal depends. The semiconductor pulse modulator design tasks to be solved are defined. The IGBT pulse modulator structure scheme and operational principle are described. Oscillograms for voltage distribution in the modulator's high-voltage chains are presented. The main characteristics of pulse modulators based on GMI tubes and IGBT are compared. The overall design of the pulse modulator is presented. Due to the utilization of fast IGBT it was possible to reduce bias power supply consumption and increase the operational time of the pulse modulator up to the entire MFR warranty period.

Поступила 4 июня 2020 года.

АЛГОРИТМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ КОГЕРЕНТНЫХ ПАЧЕК ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ В РЛС ОБЗОРА

© Автор, 2020

И.Ф. Лозовский доктор технических наук, старший научный сотрудник,
начальник сектора, АО «НПО НИИИП-НЗuK», г. Новосибирск
E-mail: lozov-igor@yandex.ru

Рассматривается задача обнаружения когерентных пачек широкополосных сигналов в РЛС обзора. Предложены алгоритмы, обеспечивающие обнаружение широкополосных сигналов, отражённых от целей разной протяжённости по дальности с разным числом «блестящих точек». Проводится сравнение характеристик обнаружения и разрешения сигналов, точности измерения дальности при использовании широкополосных и узкополосных сигналов. В качестве примера дополнительных возможностей, связанных с применением широкополосных сигналов, приводится алгоритм распознавания класса цели по её радиальному размеру по дальности.

Ключевые слова: обнаружение, разрешение, сигнал, широкополосный, «блестящие точки», порог, потери обнаружения, когерентная пачка, РЛС обзора.

The issue of wideband signal coherent packet detection with regards to surveillance radars is considered. Algorithms are proposed to ensure the detection of wideband signals reflected from targets with different lengths of range and varying numbers of «brilliant points». A comparison of signal detection and resolution characteristics as well as that of range measurement accuracy when using wideband and narrowband signals is performed. As an example of additional capabilities connected with the use wideband signals an algorithm for target rank recognition based on its radial range size is given.

Keywords: detection, resolution, signal, wideband, «brilliant points», threshold, detection loss, coherent packet, surveillance radar.

Рассматривается задача обнаружения когерентных пачек широкополосных сигналов в РЛС обзора. Предложены алгоритмы, обеспечивающие обнаружение когерентных пачек широкополосных сигналов, отраженных от целей разной протяженности по дальности с разным числом «блестящих точек». Показано, что при неизвестной протяженности по дальности обнаружитель цели представляет собой КН, в каждом частотном канале которого реализован $\frac{(M_{\max} + 1)}{2}$ – канальный НН квадратов огибающей в скользящих по дальности окнах, в каждом канале НН есть пиковый детектор и пороговое устройство, выходы пороговых устройств объединены по «ИЛИ». По сравнению с узкополосными использование широкополосных сигналов приводит к определенным потерям обнаружения протяженных по дальности целей с пороговой ЭПР. Вместе с тем характеристики обнаружения широкополосных сигналов не так затянuty, как в случае узкополосных сигналов, из-за меньшей интерференции сигналов, отраженных от «блестящих точек» цели. Изменение плотности «блестящих точек», ракурса цели и связанные с этим флуктуации ЭПР не приводят к качественным изменениям – применение узкополосных сигналов оправдано только при первичном обнаружении малоразмерных целей, на этапе сопровождения и при обнаружении крупноразмерных целей предпочтительней использовать широкополосные сигналы.

Применение широкополосных сигналов обеспечивает повышение точности измерения дальности малоразмерных целей и увеличение разрешения целей по дальности до величины, соответствующей девиации частоты сигнала – 1,5м при $\Delta f = 100\text{МГц}$, что существенно превышает характеристики разрешения целей в существующих РЛС. В качестве примера дополни-

тельных возможностей, связанных с применением широкополосных сигналов, приводится алгоритм распознавания класса цели по ее радиальному размеру по дальности. Показано, что в данном алгоритме обеспечивается достаточно уверенное распознавание 3-х классов целей с разным ракурсом на этапе первичного обнаружения. На этапе сопровождения при приближении целей к РЛС распознавание классов целей становится почти безошибочным, что также подтверждает целесообразность применения широкополосных сигналов в РЛС обзора.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Иммореев И.Я., Черняк В.С.** Обнаружение сверхширокополосных сигналов, отраженных от сложных целей // Радиотехника. – 2008, №4. – С.3–10.
2. **Горбунова А.А.** Разработка алгоритма получения точечного портрета сложной цели по комплексному радиолокационному изображению. – Труды МАИ, вып.4 // Зарубежная радиоэлектроника. – 1972, №9.
3. **Вовшин Б.М.** Обнаружение протяженной цели на фоне шума приемника сверхширокополосной РЛС // Успехи современной радиоэлектроники. – 2009, №1–2. – С.101–106.
4. **Зингашин Э.И., Иммореев И.Я., Федотов Д.В., Черняк В.С.** Обнаружение радиолокационных сигналов неизвестной формы. – V Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и её применение» DSPA-2003.
5. **Лозовский И.Ф.** Адаптивное обнаружение сигналов в РЛС обзора при неоднородной выборке помех. – Барнаул: ИП Колмогоров И.Л., 2017. – 372 с.
6. Современная радиолокация: Пер. с англ. / под ред. Ю.Б. Кобзарева. – М.: Сов. Радио, 1969. – 704 с.
7. **Ширман Я.Д., Манжос В.Н.** Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. – М.: Радио и связь, 1981. – 416 с.
8. **Ширман Я.Д. и др.** Методы радиолокационного распознавания и их моделирование // Радиолокация и радиометрия. – 2000, №2, Выпуск III. – С.5–64.
9. **Володин А.В.** Метод распознавания классов воздушных целей по радиальному размеру их радиолокационных дальностных портретов // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. – 2017, №15.

THE DETECTION ALGORITHMS OF WIDEBAND SIGNALS COHERENT PACKETS IN SURVEILLANCE RADARS

I.F. Lozovskiy

The issue of wideband signal coherent packet detection with regards to surveillance radars is considered. Algorithms are proposed to ensure the detection of wideband signals reflected from targets with different lengths of range and varying numbers of «brilliant points». It is shown that, when the length of range is unknown, the target detector is a coherent storage, which has the $(M_{\max} + 1)/2$ – channel uncoherent storage of square envelope in sliding-range windows in every frequency channel; there is a peak detector and a threshold device in every channel of the uncoherent storage; the outputs of the threshold devices are joined by «OR». In comparison with narrowband signals, the use of wideband signals leads to some detection loss for long-range targets with a threshold RCS. However, the reading of wideband signals detection characteristics is not as delayed as in the case of narrowband signals because of lower interference from signals reflected from the target's «brilliant points». The variation in the density of the «brilliant points», target angle, and RCS fluctuations connected with it do not result in qualitative change – the use of narrowband signals is justified only for primary detection of small-size targets; at the stages of tracking and large-size target detection the use of wideband signals is preferable.

The use of wideband signals ensured improved range measurement accuracy for small-size targets and increased target range resolution up to the value corresponding to the signal frequency deviation – 1.5 m with $\Delta f = 100$ MHz, which greatly surpasses the target resolution characteristics for existing radars. As an example of additional capabilities connected with the use of wideband signals, an algorithm for target class recognition based on its radial range size is given. It is shown that this algorithm ensures a sufficiently accurate recognition of three target classes with different angles at the stage of primary detection. At the tracking stage, as targets approach the radar, target class recognition becomes almost error-proof, which also confirms the viability of wideband signal application for surveillance radars.

Поступила 20 сентября 2019 года.

УДК 621.396.96

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО ФИЛЬТРА В ВИДЕ СТРУКТУРЫ ИЗ СВЕРХТОНКИХ ПРОВОЛОК В КОНСТРУКЦИЯХ АНТЕНН

© Авторы, 2020

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

Н.Н. Алдошин
начальник лаборатории, АО МКБ «Факел», г. Химки

В.В. Сгибнев
ведущий инженер-конструктор, АО МКБ «Факел», г. Химки

Д.А. Макурин
инженер-конструктор первой категории, АО МКБ «Факел», г. Химки

В статье рассматривается применение сверхтонких металлических проволок в конструкции поляризационного фильтра, используемого в антеннах СВЧ. Сверхтонкие проволоки обладают поглощающим эффектом, что даёт ряд новых преимуществ по сравнению с традиционными поляризационными фильтрами. Представлены материалы электромагнитного моделирования и экспериментальные данные, подтверждающие возможность реализации предлагаемого решения.

Ключевые слова: антенна, поляризационная характеристика, радиолокационная заметность, поляризационный фильтр, помехозащищённость, поглощение электрического поля.

The utilization of sub-micron metallic wires in the structure of the polarizing filter used in ultra-high-frequency antennas is considered. The sub-micron wires exhibit an absorptive effect and, thus, a number of new advantages in comparison with the conventional polarizing filter arise. Electromagnetic modeling materials and experimental data supporting the possibility to implement the suggested solution are presented.

Keywords: antenna, polarization characteristic, radar observability, polarizing filter, interference protection, electric field absorption.

Поляризационные фильтры в виде структуры параллельных металлических проволок используются в ряде антенных устройств. Это обеспечивает поляризационную селекцию сигналов и преобразование круговой поляризации в линейную любого наклона (при обеспечении вращения фильтра вокруг своей оси), но при этом КСВН такой антенны существенно возрастает. Предлагаемым решением в конструкции поляризационного фильтра является применение сверхтонких металлических проволок, что придает фильтру поглощающие свойства.

В случае установки в раскрыв антенны круговой поляризации поляризационного фильтра в виде структуры из сверхтонких проволок, увеличение КСВН будет значительно меньше, за счет эффекта поглощения электрического поля ортогональной поляризации.

Дополнительным преимуществом поляризационного фильтра в виде структуры из сверхтонких проволок в конструкциях антенн является уменьшение радиолокационной заметности при облучении раскрыва антенны сигналом ортогональной (относительно рабочей) поляризации, за счет поглощения электрического поля ортогональной поляризации.

В статье представлены материалы электромагнитного моделирования и экспериментальные данные, подтверждающие возможность реализации предлагаемого решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Леонов А.И., Фомичев К.И.** Моноимпульсная радиолокация. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Радио и связь», 1984. – 249 с.
2. Сборник статей. Антенны эллиптической поляризации. Теория и практика / под ред. А.И. Шпунтова. – М., 1961.
3. **Курдюмов О.А., Сагач В.Е.** Антенны эллиптической поляризации в спутниковой навигации и телеметрии. – М.: Радиотехника, 2018.
4. **Папалекси Н.Д.** Курс физики. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948, том 2. – 245 с.

USING A POLARIZING FILTER IN THE FORM OF A SUB-MICRON WIRE STRUCTURE IN ANTENNA DESIGNS

L.M. Minokin, N.N. Aldoshin, V.V. Sgibnev, D.A. Makurin

Polarizing filters that have the structure of parallel metallic wires are used in a number of aerial arrays. This ensures the polarizing signal selection and the conversion from rotary to any linear tilt polarization (with the filter rotating around its axis), but at the same time the voltage standing-wave ratio (VSWR) for this antenna increases significantly. The suggested solution in terms of the structure of the polarizing filter is the utilization of sub-micron metallic wires; this way the filter will gain absorptive properties.

In case the polarizing filter in the form of sub-micron wires structure is mounted into the aperture of the rotary polarized antenna, the VSWR increase will be considerably lower due to the orthogonal polarization electric field absorption effect.

The extra advantage of the polarizing filter having the structure of sub-micron wires in antenna designs is radar observability reduction during the irradiation of the antenna aperture by orthogonal (relatively operating) polarization signal due to orthogonal polarization electric field absorption.

The article presents electromagnetic modeling materials and experimental data supporting the possibility to implement the suggested solution.

Поступила 10 июля 2020 года.

УДК 621.396.96

КОМПЕНСАЦИЯ АМПЛИТУДНЫХ И ФАЗОВЫХ ИСКАЖЕНИЙ В РЛС ПРИ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКЕ ЛЧМ СИГНАЛОВ

© Авторы, 2020

В.С. Оконешников доктор технических наук, старший научный сотрудник,
инженер 1 категории, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: info@raspletin.com

К.К. Севостьянов кандидат технических наук,
ведущий инженер, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

Рассматривается влияние амплитудных и фазовых искажений в РЛС на сжатый широкополосный и сверхширокополосный ЛЧМ сигнал. Приведены результаты применения метода компенсации искажений к реальным сигналам. Для анализа эффективности компенсации искажений при наличии доплеровского смещения частоты искажения представляются в виде множества гармоник для фазового и амплитудного спектров. Представлены результаты численного моделирования сжатия сигналов с фазовыми искажениями для различных значений девиации при наличии доплеровского смещения частоты.

Ключевые слова: обработка сигналов, линейная частотная модуляция, сжатый сигнал, согласованный фильтр, амплитудные и фазовые искажения, доплеровское смещение частоты, уровень боковых лепестков, потери на рассогласование.

Effect of amplitude and phase distortions on compressed wideband and ultra-wideband LFM radar signal is considered. Results of application of distortion compensation technique are presented. For analysis of effectiveness of compensation in the presence of Doppler frequency shift, distortions are represented as a set of harmonics in phase and amplitude spectra. Simulation results of signal compression with phase distortions are presented for different values of deviations when Doppler frequency shift is available.

Keywords: signal processing, linear frequency modulation, compressed signal, matched filter, amplitude and phase distortions, Doppler frequency shift, side lobe level, mismatch loss.

Рассматривается влияние амплитудных и фазовых искажений на сжатый широкополосный и сверхширокополосный ЛЧМ сигнал. Адаптируя характеристики фильтра сжатия под искажённый спектр ЛЧМ сигнала, можно получить неискажённый сжатый ЛЧМ сигнал, соответствующий весовой функции фильтра. В процессе моделирования предлагаемого адаптивного способа компенсации искажений была проверена возможность поэтапной компенсации - вначале фазовых искажений, а затем амплитудных искажений. Приведены результаты применения метода компенсации искажений к реальным сигналам.

Для анализа эффективности компенсации искажений при наличии доплеровского смещения частоты искажения представляются в виде множества гармоник для фазового и амплитудного спектров. Представлены результаты численного моделирования сжатия сигналов с фазовыми искажениями для различных значений девиации при наличии доплеровского смещения частоты. Показано, что для широкополосных ЛЧМ сигналов с девиацией более 10 МГц доплеровское смещение частоты 160 МГц и менее не ухудшает структуру сжатого сигнала при наличии фазовых искажений со значительной амплитудой при компенсации этих искажений в фильтре сжатия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по радиолокации. В 2 книгах: Пер. с англ. / под общей ред. В.С. Вербы. Книга 1 / под ред. М.И. Сколника. – М.: Техносфера, 2014. – 672 с.
 2. **Кук Ч., Бернфельд М.** Радиолокационные сигналы: Пер. с англ. / под ред. В.С. Кельзона. – М.: Сов.радио, 1971. – 568 с.
 3. Теоретические основы радиолокации / под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: Сов.Радио, 1970. – 560 с.
-

4. **Оконешников В.С., Кочемасов В.Н.** Сжатие частотно-модулированных сигналов с небольшим произведением девиации частоты на длительность импульса // Зарубежная радиоэлектроника. – 1987, №1. – С.82–94.
5. **Кочемасов В.Н., Белов Л.А., Оконешников В.С.** Формирование сигналов с линейной частотной модуляцией. – М.: Радио и связь, 1983. – 192 с.

COMENSATION OF AMPLITUDE AND PHASE DISTORTIONS IN RADAR LFM SIGNAL USING DIGITAL PROCESSING

V.S. Okoneshnikov, K.K. Sevostiyarov

Effect of amplitude and phase distortions on compressed wideband and ultra-wideband LFM radar signal is considered. It is possible to obtain undistorted compressed LFM signal corresponding to filter weighting function provided that the adaptation filter parameters to distorted spectrum of LFM signal was carried out. The feasibility of stepwise compensation of distortions (phase and amplitude) has been tested using numerical simulation. Results of the use of suggested method to processing real signals are presented.

Phase and amplitude distortions are represented as a set of harmonics in phase and amplitude spectra for the purpose of analysis the effectiveness of distortion compensation in the presence of Doppler frequency shift. Numerical simulation results of compressing signals with phase distortions and various frequency deviations in the presence on Doppler frequency shift are presented. It has been shown that for wideband signals with deviation more than 10 MHz Doppler frequency shift less than 160 MHz does not degrade compressed signal in the presence of significant magnitude of phase distortion when phase distortion compensation in compression filter is provided.

Поступила 22 января 2020 года.

УДК 621.7

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ЛАЗЕРНОГО ЦЕНТРА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЩЕЛЕЙ СВЯЗИ В ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЯХ

© Авторы, 2020

Д.З. Садикова

инженер-конструктор, АО «УМЗ», г. Ульяновск

E-mail: dinasadikova@bk.ru

С.А. Фейсханов

инженер-конструктор, АО «УМЗ», г. Ульяновск

E-mail: boltbi@mail.ru

С.И. Похвалов

инженер-конструктор, АО «УМЗ», г. Ульяновск

E-mail: pokhvalov.sergei@ya.ru

В статье рассмотрен вопрос изготовления щелей связи направленных ответвителей методом лазерной резки. Приведено сравнение технологии изготовления лазерной резки и штампования. Также приведены сравнительные результаты электрических параметров различных технологий изготовления применения математической и имитационного анализа.

Ключевые слова: обработка, лазерный центр, направленный ответвитель, щели связи, волноводы, математическое моделирование, технологичность изготовления, HFSS.

The article deals with the issue of manufacturing coupling slits of directional couplers by laser cutting. A comparison of laser cutting and stamping manufacturing technologies is presented. The results of electrical parameter comparison by means of mathematical and simulation analyses for various manufacturing technologies are also included.

Keywords: machining, laser centre, directional coupler, coupling slits, waveguides, mathematical modelling, manufacturability, HFSS.

С недавнего времени перед АО «УМЗ» встала задача изготовления щелевых стенок. Данные стенки имеют высокие требования к точности изготовления, а любые погрешности могут негативно отразиться на настройке конечного изделия. В связи с большой номенклатурой данных деталей был проработан вопрос изготовления с применением лазерного центра, что позволяло выполнить работу в сжатые сроки, не снижая показатели качества. Изготовление деталей методом лазерной резки позволило повысить качество как самой стенки, так и конечной сборки.

Также была проведена работа по моделированию направленных ответвителей в специализированном пакете программ Ansoft HFSS (*High Frequency Structural Simulator*), по результатам которого были сделаны следующие выводы: элемент связи со скругленными концами имеет коэффициент отражения хуже по сравнению с прямоугольным элементом. Если рассматривать элементы со скругленными концами, но разной площадью, то разница в показаниях уровня сигнала не значительна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьянц А.Г., Соколов А.А. Лазерная резка металлов. Учебное пособие для вузов / под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Высшая школа, 1988. – 127 с.: ил.
2. Жук М.Ю., Молочков Ю.Б. Проектирование антенно-фидерных устройств – М.Л.: Энергия, 1966. – 648 с.: ил.
3. Кочержевский Г.Н. и др. Антенно-фидерные устройства: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1989. – 352 с.: ил.

USING A 3D LASER CENTRE TO MANUFACTURE COUPLING SLITS IN SHEET METAL PARTS

D.Z. Sadikova, S.A. Feyskhanov, S.I. Pokhvalov

Since recently JSC «UMZ» has been tasked with the manufacturing of slotted walls. This process is connected with high manufacture accuracy requirements and any deviations can negatively affect the configuration of the final product. Due to the wide range of these parts, the possibility of manufacturing them with the use of a laser centre was explored, which made it possible to perform the work on a tight schedule without any loss of quality. Manufacturing the parts by laser cutting has improved the quality of both the wall itself and the final assembly. In addition, directional coupler modelling was performed with the help of a specialized software package called Ansoft HFSS (High Frequency Structural Simulator), which brought the researchers to the following conclusion: a coupling element with rounded ends has a worse reflection coefficient in comparison with a rectangular element. If we consider elements with rounded ends, but with varying areas, the difference in their signal strength readings is minor.

Поступила 2 июня 2020 года.

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 621.396.6.004

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕТОДА DEA

© Авторы, 2020

К.З. Билятдинов кандидат военных наук, доцент,
докторант, АО «ЦНИИЭИСУ», г. Москва
E-mail: k74b@mail.ru

В.В. Меняйло кандидат филологических наук,
доцент, НИУ «ВШЭ», г. Санкт-Петербург
E-mail: menyaylo917@mail.ru

Рассмотрен модифицированный метод DEA, в котором частично устранены недостатки классического метода DEA, с целью создания универсальных путей оценки результативности и экономичности систем военного назначения. На основе метода DEA разработана методика оценки эффективности и программа для ЭВМ «Анализ и оценка эффективности систем». Описана последовательность действий (краткий алгоритм программы) и приведены примеры расчётов при оценке эффективности систем, включая агрегирование затраченных ресурсов.

Ключевые слова: анализ, методика, модифицированный метод DEA, оценка, эффективность, система.

The article describes the modified DEA method, which is free of drawbacks of the orthodox DEA method and, thus, allows for the creation of universal ways of assessing the effectiveness and efficiency of military systems. Based on the DEA method a methodology of system effectiveness assessment and a computer programme «Analysis and assessment of systems' effectiveness», whose algorithm is described in the article, were created. In addition, the paper contains examples of system effectiveness assessment calculations, including the aggregation of spent resources.

Keywords: analysis, methodology, modified DEA method, assessment, effectiveness, system.

В современных условиях успешное развитие и совершенствование систем военного назначения (далее – систем) в значительной степени зависит от своевременных управленческих решений, принятых по результатам оценки эффективности систем. В качестве одного из направлений совершенствования методического аппарата оценки эффективности в статье рассматривается методика оценки эффективности систем и программа для ЭВМ «Анализ и оценка эффективности систем», созданные на основе модифицированного метода «Data Envelopment Analysis» (DEA).

В модифицированном методе DEA частично устранены недостатки классического метода DEA с целью обеспечения принятия своевременных и наиболее рациональных управленческих решений по результатам оценки результативности и экономичности систем. В предлагаемых методе и методике это выражается:

- в применении базовых количественных значений для результата и затраченных ресурсов, а также в установлении предельных значений показателей, снижение или превышение которых для оцениваемой системы недопустимо;
- в парном сравнении количественных значений всех затраченных ресурсов и количественных значений достигнутого результата;
- в расчете корреляционной зависимости для выявления причинно-следственных связей между сравниваемыми переменными, а также в систематизации полученных значений;
- в составлении рейтинга эффективности систем.

В статье описывается последовательность действий при выполнении методики. Приведены наиболее востребованные примеры применения методики и программы для ЭВМ при оценке эффективности систем и (или) оцениваемых периодов времени функционирования одной системы. В методике предусмотрена возможность агрегирования (обобщения сведений о затраченных ресурсах на входе системы). Приведенный пример агрегирования происходит путем суммирования стоимости всех фактически затраченных ресурсов по каждой системе.

Основной положительный эффект, достигнутый от внедрения предлагаемой методики и программы для ЭВМ – это универсальность, понятность и наглядность результатов, а также сокращение времени и ресурсов на оценку эффективности и повышение обоснованности управленческих решений за счет возможности сравнения и требуемой детализации израсходованных ресурсов при анализе и оценке эффективности систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Билиятдинов К.З., Алейников А.А., Кривчун Е.А. Диаграмма разброса и расчёт корреляции зависимости при оценке качества управления // *Качество и жизнь*. – 2017, №1(13). – С.48–50.
2. Билиятдинов К.З., Красов А.В., Меньяйло В.В. Исследование систем и анализ результатов испытаний: Монография. – Санкт-Петербург: Астерион, 2019. – 362 с.
3. Charnes A., Cooper W.W. Programming with linear fractional functionals // *Naval Research Logistics Quarterly*. – 1962, №9. – P.181–185.
4. Cooper W.W., Charnes A., Golany B., Seiford L., Stutz J. Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions // *Journal of Econometrics*. – 1985. – P.91–107.
5. Cooper W.W. Data Envelopment Analysis. Boston: Kluwer Academic Publishers. – 2000. – 318 p.
6. Dulá J.H. Computations in DEA // *Pesquisa Operacional*. – 2002, Vol. 22, №2. – P.165–182.
7. Efficiency and Productivity Analysis in the 21st Century: Proceedings of International DEA Symposium (24–26 June 2002, Moscow, Russia). Moscow: International Research Institute of Management Sciences, 2002. – 178 p.
8. Farrell M.J. The Measurement of Productive Efficiency // *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, Part III. – 1957, Vol. 120. – P.253–281.
9. Билиятдинов К.З. Анализ и оценка эффективности систем / Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2020610389, дата государственной регистрации 14.01.2020.

SYSTEM EFFECTIVENESS ASSESSMENT METHODOLOGY BASED ON A MODIFIED DEA METHOD

K.Z. Biliatdinov, V.V. Menailo

Nowadays the successful development and improvement of military systems (hereinafter – systems) primarily depends on timely managerial decisions that are made based on the results of system effectiveness assessments. The article proposes to use the methodology of system effectiveness assessment and a computer programme «Analysis and assessment of systems' effectiveness», which is based on the modified DEA method, as a means of effectiveness assessment methodology improvement.

The modified DEA method is free of drawbacks of the orthodox DEA method. This update allows for the making of timely and most rational managerial decisions based on the assessment of the effectiveness and efficiency of systems. The proposed methodology and methods reflect this improvement in:

- the application of basic quantitative values for the result and the spent resources as well as the setting of limiting values for indices, the increase or decrease of which is inadmissible for the system being assessed;
- the paired comparison of quantitative values of all spent resources and the achieved result;
- the calculation of correlation dependence for the purpose of identifying the cause and effect relations between the compared variables as well as systematising the identified values;
- the creation of a system effectiveness rating.

The article describes the algorithm of the methodology and gives the most topical examples of the application of the methodology and the computer programme when assessing systems' effectiveness and (or) periods of systems' functioning. The methodology provides the possibility of aggregation. The example of aggregation presented in the article is a sum of the cost of all resources spent for each system.

The main positive effect from the application of the methodology and the computer programme is universality, comprehensibility, and ostensiveness of the results, together with lower amount of time and resources needed for effectiveness assessment and improved managerial decision reasoning. This is achieved through the possibility to compare and specify in detail the spent resources during the analysis and assessment of systems' effectiveness.

Поступила 30 июня 2020 года.

УДК 004.91

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ РУКОВОДЯЩИМ СОСТАВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ ОПК НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ BUSINESS INTELLIGENCE

© Авторы, 2020

И.В. Карельский

начальник отдела, ООО «Алмаз – Антей управленческое консультирование», г. Москва

E-mail: i.karelskiy@yandex.ru

В.М. Алдошин доктор технических наук, профессор,
зам. начальника центра, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

Рассмотрен опыт построения информационно-аналитической системы обработки и анализа данных с применением концепции Business Intelligence в целях поддержки принятия решений руководством интегрированной структуры крупного холдинга. В качестве источника информации используются отчетные формы Паспорта предприятия, представляемые в федеральные органы исполнительной власти.

Ключевые слова: бизнес-анализ данных, хранилище данных, Business Intelligence, BI, ETL, DWH, MS Excel, Паспорт предприятия, производственно-технологические возможности.

The experience of building an information-analytical system for processing and analyzing data using the Business Intelligence concept in order to support decision-making by the management of an integrated structure of a large holding is considered. Reporting forms of an Enterprise Passport submitted to the federal executive bodies are used as a source of information.

Keywords: business analysis, data warehouse, Business intelligence, BI, ETL, DWH, MS Excel, «Enterprise Passport» report bundle, engineering and manufacturing possibilities.

Рассматривается опыт разработки и внедрения информационно-аналитической системы сбора, обработки и визуализации управленческой информации предназначенной для целей поддержки принятия управленческих решений.

Приводится концептуальная схема разработанного решения, включающая в себя ETL-модуль сбора и обработки входной информации в формате MS Excel, DWH-модуль хранения информации с прохождением обрабатываемой информации через различные стадии (Stages) обработки данных (от уровня сырых данных к витринам данных), BI-модуль обработки и визуализации данных, состоящий из быстродействующей аналитической СУБД in-memory и пользовательской подсистемы визуализации информации для вывода информации на корпоративный web-портал.

Представлено описание примера реализации метода для использования в деятельности подразделения, осуществляющего мониторинг производственно-технологического оборудования производственного процесса дочерних компаний холдинга на основе обработки данных отчетности «Паспорт предприятия».

Решение удовлетворяет требованиям Правительства Российской Федерации к импортозамещению используемого на предприятиях ОПК программного обеспечения.

Проведен анализ и предложены варианты решения выявленных проблем при реализации проекта.

Оценена применимость предложенного метода к типовым задачам сбора, обработки и анализа информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алдошин В.М., Карельский И.В.** Сравнительный обзор технологических, программных и аналитических методов анализа управленческой информации в целях формирования системы поддержки принятия управленческих решений на предприятиях ОПК на базе ПО MS Excel 2016 // Журнал «Вестник воздушно-космической обороны». – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2018, Выпуск 1(17). – С.109–122.
2. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 29.09.2009 года №877 «О проведении паспортизации предприятий (организаций) оборонно-промышленного комплекса, находящихся в сфере деятельности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации».
3. Паспортизация предприятий (организаций) и интегрированных структур ОПК, находящихся в сфере деятельности Минпромторга России. URL: Available: <http://www.cniicentr.ru/index.php/ru/monitoring-predpriyatij-integrirovannykh-struktur-i-otraslej-opk/monitoring-rezultatov-realizatsii-mer-stimulirovaniya-i-gosudarstvennoj-podderzhki-organizatsij-opk>. [Accessed: 11-Feb-2020].
4. Федеральный закон Российской Федерации от 31.12.2014 года №488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации».
5. **Luhn H.P.** A Business Intelligence System. *IBM J. Res. Dev.*, vol. 2, № October, pp. 314–319, Apr. 1958, doi: 10.1147/rd.24.0314.
6. **Trieu V.H.** Getting value from Business Intelligence systems: A review and research agenda. – *Decis. Support Syst.*, vol. 93, pp. 111–124, Jan. 2017, doi: 10.1016/j.dss.2016.09.019.
7. **Howson C. et al.** Magic quadrant for analytics and business intelligence platforms. – 2019. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper>.
8. Приказ Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 1.04.2015 года №96 «Об утверждении плана импортозамещения программного обеспечения».

THE CREATION OF AN INFORMATION-ANALYTICAL DECISION SUPPORT SYSTEM FOR THE MANAGEMENT OF A DEFENSE INDUSTRY ENTERPRISE BASED ON THE BUSINESS INTELLIGENCE CONCEPT

I.V. Karelskiy, V.M. Aldoshin

The experience of the development and implementation of an information-analytical system for the collection, processing and visualization of management information intended to support management decision-making is considered. The conceptual scheme of the developed solution is presented, which includes an ETL module for collecting and processing input information in the MS Excel format, a DWH module for storing information with the processed information passing through various stages of data processing (from the raw data level to data marts), as well as a BI data processing and visualization module consisting of a high-speed analytical in-memory DBMS and a user information visualization subsystem for outputting information to the corporate web portal.

The description is given of a method implementation example when it is applied by the unit that monitors the production and technological equipment utilized in the production process at the subsidiaries of a holding based on the processing of the «Company passport» reporting data.

The solution meets the requirements of the Government of the Russian Federation for import substitution of software used at the enterprises of the defense industry complex.

The analysis is carried out and options for solving the identified problems in the implementation of the project are proposed. The applicability of the proposed method to typical tasks of collecting, processing and analyzing information is evaluated.

Поступила 20 июля 2020 года.

МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ, ОСНОВАННЫЕ НА СОВРЕМЕННЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ В ОБЛАСТИ КОНСТРУКТИВНОЙ ТЕОРИИ КОНЕЧНЫХ ПОЛЕЙ

© Авторы, 2020

Г.В. Светлов кандидат технических наук,
Генеральный директор, АО «РПТП «Гранит», г. Рязань
С.С. Кукушкин доктор технических наук, профессор,
зам. начальника КБ «Сигма», АО «РПТП «Гранит», г. Рязань
E-mail: adaptermetod@mail.ru

Статья посвящена разработке новых прикладных теорий, обеспечивающих возможность привлечения к решению проблемных вопросов обеспечения лётных испытаний перспективных образцов вооружения, специальной и военной техники (ВВСТ), конструктивных математических теорий передачи информации и обработки данных. Показано, что их использование позволяет найти приемлемое разрешение большого числа существующих проблем, которые связаны с обработкой и повышением показателей достоверности получаемой измерительной информации.

Ключевые слова: помеха, телеметрия, представление данных образами-остатками, экономное помехоустойчивое кодирование, бюджет радиоканала, вычислительные особенности систем обработки измерительной информации.

The article is devoted to the development of new applied theories that provide the possibility of involving constructive mathematical theories of information transfer and data processing in solving problematic issues of flight-testing for promising models of weapons as well as special-purpose and military equipment. It is shown that their use makes it possible to find an acceptable solution to a large number of existing problems that are associated with processing and increasing the reliability of the received measurement information.

Keywords: interference, telemetry, representation of data by leftovers, economical noise-resistant coding, radio channel budget, computational features of measurement information processing systems.

Статья посвящена проблеме повышения эффективности передачи и обработки измерительной информации. Показано, что она не может быть решена на основе использования традиционных методов представления данных, сигналов и структурно-кодовых конструкций.

В сложившихся условиях достижение принципиально новых результатов связано, прежде всего, с разработкой новых прикладных теорий, обеспечивающих возможность привлечения к решению проблемных вопросов развития систем измерений, передачи, сбора и обработки конструктивных математических теорий передачи информации и обработки данных.

В плане разработки интенсивного пути развития полигонных измерительных комплексов (ПИК) определена необходимость привлечения новых резервов, основу которых составляет расширенное использование при передаче и обработке информации нетрадиционного представления данных в системе остаточных классов (СОК).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукушкин С.С. Теория конечных полей и информатика: Том 1. «Методы и алгоритмы, классические и нетрадиционные, основанные на использовании конструктивной теоремы об остатках». – М.: МО РФ, 2003 – 284 с.
2. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ: Том 2. Получисленные алгоритмы. – М.: Мир, 1977. – 724 с.
3. Акушский И.Я., Юдицкий Д.И. Машинная арифметика в остаточных классах. – М.: Сов. Радио, 1968. – 140 с.
4. Лидл Р., Нидеррайтер Г. Конечные поля. В 2-х томах. Пер с англ. – М.: Мир, 1988. – 882 с.
5. Кукушкин С.С., Гладков И.А., Чаплинский В.С. Методы и информационные технологии контроля состояния динамических систем. – М.: Минобороны России, 2008. – 328 с.

INFORMATION REPRESENTATION AND PROCESSING METHODS BASED ON MODERN ACHIEVEMENTS IN THE DOMAIN OF THE CONSTRUCTIVE FINITE FIELD THEORY

G.V. Svetlov, S.S. Kukushkin

The article is devoted to the problem of increasing the efficiency of measurement information transmission and processing. It is shown that there can be no acceptable solution to this problem based on the use of traditional methods of data, signal, and structural code design representation. In the current conditions the achievement of fundamentally new results is primarily associated with the development of new applied theories that provide the possibility of involving constructive information transmission and data processing mathematical theories for solving problematic issues of measurement system development as well as data transmission, collection and processing. In terms of developing an intensive path for the development of on-site measurement facilities, the need to integrate innovations, which are based on the expanded use of non-traditional data representation in the system of residual classes in the course of information transmission and processing, is identified.

Поступила 19 марта 2020 года.

УДК 004.896::658.512.26

КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ВАРИАТИВНОСТЬ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ НА ЭТАПЕ ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В САЕ/CAD-СИСТЕМАХ

© Авторы, 2020

Д.Э. Цыганков кандидат технических наук,
инженер-конструктор 1-й категории, АО УМЗ, г. Ульяновск
E-mail: d.tsyg@mail.ru

Г.Р. Шайхеева
инженер-конструктор, АО УМЗ, г. Ульяновск
E-mail: grsh_96@mail.ru

Авторы развивают методику конструктивно-функционального проектирования, направленную на обеспечение модифицируемости проектных решений в виде 3D-моделей на этапе конструирования в САПР. Текущей целью ставится возможность конфигурирования конструкции разрабатываемого изделия на основе модульного принципа по значениям функциональных параметров, получаемых на этапе эскизного проектирования – как на уровне деталей, так и на уровне узлов (сборочных единиц).

Ключевые слова: 3D-модель, эскизное проектирование, повторное использование, САПР, модификация, дерево построения, CAD, проектное решение, CAE, семантическое подобие.

The authors continue to develop the methodology of constructive and functional design. This technique is aimed at ensuring the modifiability of design solutions in the form of 3D-models at the construction stage in a CAD-system. The new goal is to achieve the ability to configure the construction of the product being developed. This configuration is implemented on the grounds of the modular principle based on the values of functional parameters. These parameters are determined at the stage of preliminary design both in terms of parts and assembly units.

Keywords: 3D-model, conceptual design, reuse, CAD, modification, creation tree, CAD, design solution, CAE, semantic content.

В статье рассматриваются вопросы автоматизации проектной деятельности в задачах формирования нового и модификации полученного ранее (т.е. повторного использования) проектного решения в виде электронной 3D-модели. Авторы развивают методику конструктивно-функционального проектирования, изначально направленную на обеспечение модифицируемости проектных решений на этапах эскизного и конструкторского проектирования в САПР. Рассматривается представление 3D-модели в виде системы семантических макроэлементов геометрии, соответствующее модульному принципу.

Целью ставится конфигурирование конструкции разрабатываемого изделия на основе модульного принципа по значениям функциональных параметров, получаемых на этапе эскизного проектирования. Детально описывается процесс создания семантического макроэлемента геометрии. Особое внимание уделяется автоматизации формирования и модификации сборочной 3D-модели. Обозначены направления дальнейшего развития технологии конструктивно-функционального представления проектных решений в САПР.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Столбова И.Д., Александрова Е.П., Шелякина Г.Г., Носов К.Г.** Информационное обеспечение проектной деятельности как составляющая подготовки процесса проектирования систем авиационной и ракетно-космической техники // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. – 2017, № 50. – С.101–112.
2. **Булавин В.Ф., Степанов А.С., Яхричев В.В.** Информационное поле цифровых технологий малых машиностроительных предприятий // Вестник Вологодского государственного университета. Технические науки. – 2019, №2. – С.31–37.
3. **Ирзаев Г.Х.** Анализ процессов внесения инженерных изменений в конструкцию радиоэлектронных средств на этапах проектирования и освоения серийного производства // Вопросы радиоэлектроники. – 2016, №11. – С.72–78.
4. **Щёкин А.В.** Автоматизация получения параметров детали для задач конструкторско-технологической параметризации // Инженерные технологии и системы. – 2019, Т.29, №3. – С.345–365.
5. **Цыганков Д.Э.** Технология структурно-семантического 3D-моделирования в комплексном процессе конструирования // Вестник Концерна ВКО «Алмаз-Антей». – 2017, №4. – С.91–97.
6. **Цыганков Д.Э., Шайхеева Г.Р., Горбачев И.В., Похилько А.Ф.** Автоматизация модифицируемости проектных решений в рамках класса семантического подобию // Сборник научных трудов XI Всероссийской школы-семинара аспирантов, студентов и молодых учёных, посвященная памяти Александра Николаевича Афанасьева «Информатика, моделирование, автоматизация проектирования (ИМАП-2019)» (г. Ульяновск, 26-27 ноября 2019 год) / под ред. Н.Н. Войта. – Ульяновск: УлГТУ, 2019. – С.180–184.
7. **Ушаков Д.М.** Как создавать редактируемые модели в параметрических CAD. – URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16704 (дата обращения: 27.02.2020).
8. ГОСТ Р 53394-2017. Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2017. – 28 с.
9. **Малюх В.Н.** Введение в современные САПР: курс лекций. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
10. **Цыганков Д.Э.** Методы и средства конструктивно-функционального проектирования механических узлов радиотехнических изделий на основе процессной модели проектной деятельности: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.12. – Ульянов. гос. техн. ун-т, Ульяновск, 2018. – 248 с.
11. **Базров Б.М.** Модульная технология в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2001. – 368 с.
12. **Цыганков Д.Э., Шайхеева Г.Р.** Автоматизация модификации механических узлов в CAD-системе // Материалы VII МНПК «Автоматизированное проектирование в машиностроении». – Новокузнецк: НИЦ МС, 2019, №7. – С.93–97.

CONSTRUCTIVE & FUNCTIONAL VARIABILITY OF DESIGN SOLUTIONS AT THE CONCEPTUAL DESIGN STAGE IN CAE / CAD SYSTEMS

D.E. Tsygankov, G.R. Shaikheeva

The article deals with the automation of design activities in the tasks of forming a new and modifying a previously obtained (i.e. reuse) design solution in the form of an electronic 3D model. The authors continue to develop the methodology of constructive-functional design, initially aimed at ensuring the modifiability of design solutions at the stages of preliminary design in a CAD system. In addition, the representation of a 3D model in the form of semantic macro-elements of a geometry system, corresponding to the modular principle, is considered. The purpose is to configure the design of the product being developed on the grounds of the modular principle based on the values of the functional parameters obtained at the preliminary design stage. The process of creating a semantic geometry macro-element is described in detail. A particular attention is paid to the automation of assembly 3D model formation and modification. The directions for further development of the technology for the constructive-functional presentation of design solutions in CAE/CAD systems are indicated.

Поступила 1 июня 2020 года.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

УДК 623.764; 621.396.969.3

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПУСКОВ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО, МОРСКОГО И НАЗЕМНОГО ПЕРЕДОВОГО БАЗИРОВАНИЯ

© Авторы, 2020

С.В. Голубчиков кандидат технических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва
E-mail: info@raspletin.com

М.В. Жестев кандидат технических наук,
зам. начальника НТЦ, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

В.И. Колесниченко доктор технических наук, профессор,
помощник зам. генерального конструктора, ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва

С.В. Аксёнов доктор военных наук, профессор,
начальник кафедры, ВА РВСН им. Петра Великого, г. Балашиха, Московская обл.

В.К. Новиков кандидат военных наук, доцент,
доцент, ВА РВСН им. Петра Великого, г. Балашиха, Московская обл.

Рассматриваются вопросы назначения, состава, современного состояния и перспектив развития информационной системы ПРО США космического, морского и наземного передового базирования в рамках развития глобальной эшелонированной противоракетной обороны.

Ключевые слова: противоракетная оборона, радиолокационная станция, баллистическая цель, раннее обнаружение, космический аппарат.

The article touches upon the issues of the purpose, components, modern state and development prospects of the information system of the United States national missile defense (NMD) of forward space, sea and land deployment within the framework of global layered missile defense development.

Keywords: missile defense, radar, ballistic target, early detection, spacecraft.

В настоящее время США создают и реализуют глобальную эшелонированную противоракетную оборону, одной из составляющих которой является информационная система ПРО космического, воздушного, наземного и морского базирования.

В статье рассматривается история создания, современное состояние и перспективы развития космических систем раннего обнаружения старта баллистических ракет: SBIRS/DSP, STSS; систем наземных РЛС передового базирования обнаружения и распознавания баллистических

ракет и их боевых блоков – РЛС ТРУ-2; системы раннего обнаружения пусков баллистических ракет ПРО США морского базирования – многофункциональной РЛС SBX, РЛС AN/SPY-1 системы ПРО AEGIS, привлекаемых для выполнения задач информационного обеспечения системы ПРО США.

Рассматриваемые информационные системы позволяют обеспечивать раннее обнаружение старта баллистических ракет, обнаружение и распознавание баллистических ракет и их боевых блоков на фоне ложных целей и действия радиопомех, прицеливание и наведение оружия ПРО, оценивать эффективности его применения в интересах информационной поддержки стратегической и региональной систем ПРО США и их союзников.

ЛИТЕРАТУРА

1. *A Historic Beginning. BMDS Booklet. Missile Defense System // Department of Defense. Missile Defense Agency. Washington, D.C., 2006. – 29 pp.*
2. **Васильев В.А., Голубчиков С.В., Новиков В.К.** Основы противодействия перспективным системам противоракетной обороны противника. – М.: ПБСН, 2000. – 348 с.
3. **Ненартович Н.Э., Горевич Б.Н.** BMDS – система противоракетной обороны США. Анализ и моделирование. – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2020. – 352 с.
4. *Missile Defense Review 2019, Office of Secretary of Defense, p. 18, available at <https://media.defense.gov/2019/Jan/17/2002080666/-1/-1/1/2019-MISSILE-DEFENSE-REVIEW.PDF> (accessed 18.01.2019).*
5. **Колесниченко В.И., Голубчиков С.В., Новиков В.К.** Современное состояние и перспективы развития системы дальнего обнаружения и сопровождения баллистических целей наземного базирования ПРО США // Журнал «Вестник воздушно-космической обороны». – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2020, Выпуск №1(25). – С.112–130.
6. *MIX of Similation, Flight Testing Troubles BMDO Leaders. By William B. Scott // Aviation Week & Space Technology, 1997, February 24, Vol.146. – P.64–65.*
7. *Air Force Upgrading Defences at Norad. By Bruce Gumble // Defense Electronics. –1985, August. – P.86–104.*
8. *Canadian Norad Region. A sentinel Adapts to the New World Order. By Beter Sarasino // International Defense Review. – 1992, Vol.6. – P.497–500.*
9. *Space Based Infrared System (SBIRS). Airforce Technology. – January, 2018.*
10. **Nathan Strout.** *The Air Force's new system to process missile warning data. – C4ISNet. January 28, 2020.*
11. В.А. Васильев, С.В. Голубчиков. 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., Аксёнов С.В., Васильев В.А., Новиков В.К.** Современное состояние и перспективы развертывания системы ПРО ТНАAD // Журнал «Вестник воздушно-космической обороны». – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2019, Выпуск №1(21). – С.122–131.
13. **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 // Журнал «Вестник воздушно-космической обороны». – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2018, Выпуск №2(18). – С.125–131.
14. **Голубчиков С.В.** Перспективы развития системы ПРО морского базирования AEGIS. Морской сборник, № 2(2015), 2015, с. 67–76.
15. **Гуров Г.Б., Голубчиков С.В., 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, Выпуск №1(13). – С.118–131.
16. **Голубчиков С.В., Новиков В.К., Жестев М.В., Колесниченко В.И.** Противоракетная оборона Японии, Южной Кореи, Австралии как составные элементы глобальной противоракетной обороны // Вестник Академии Военных Наук. – М., 2016, №2(55). – С.94–103.
17. *Lockheed Martin News «U.S. Government Designates Lockheed Martin's Latest Generation Radar: AN/SPY-7(V)1». November 14, 2019.*
18. *Lockheed Martin News «Japan Protected With SPY-7, Lockheed Martin's Latest Generation Radar Technology That Defends Against Ballistic Missile Threats». December 5, 2019.*
19. *Missile Defense Advocacy News «DRS Laurel to build 59 more AN/SPQ-9B shipboard missile-defense radar systems for cruisers and destroyers», April 16, 2020.*
20. *US Department of Defense «Contracts For March 26, 2020».*

MODERN STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF THE EARLY BALLISTIC MISSILE LAUNCH DETECTION SYSTEM NATIONAL MISSILE DEFENSE OF FORWARD SPACE, SEA AND LAND DEPLOYMENT

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

Currently the USA are creating and implementing a global layered missile defense, one of the components of which is the NMD information system of space, air, sea and land deployment.

The article presents the origins, modern state and development prospects of space-based early ballistic missile launch detection systems: SBIRS/DSP, STSS; forward ground-based detection and recognition radar systems for ballistic missiles and their warheads – TPY-2; sea-based United States NMD early ballistic missile launch detection systems – multi-purpose SBX radars and the AN/SPY-1 radar of the NMD AEGIS system employed to perform information management tasks for the United States NMD.

The information systems under consideration allow for early ballistic missile launch detection, the detection and recognition of ballistic missiles and their warheads against decoy targets and radio jamming, and NMD weapon aiming and targeting as well as to evaluate the efficiency of its use in the interest of providing information support to strategic and local NMD systems of the United States and their allies.

Поступила 5 августа 2020 года.

УДК 623.41

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ТРАНСФОРМАЦИИ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ США В ИНФОРМАЦИОННУЮ ЭРУ

© Авторы, 2020

Э.Г. Лазаревич доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры, Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск
E-mail: lazarevich.eduard@yandex.ru

С.К. Колганов доктор технических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник, АО «ЦНИИ ЭИСУ», г. Москва
E-mail: ksk47@mail.ru

И.А. Ленцкевич
главный специалист, ОАО «Агат – системы управления», г. Минск
E-mail: ivanlents@mail.ru

Выявление передового мирового опыта в военном деле, его обобщение и распространение на военную организацию собственного государства является предметом национальной военной науки. До настоящего времени [1], хотя уже прошло двадцать лет, в отечественной военной науке отсутствует консолидированное понимание сущности концепции «Network Centric Warfare (NCW)» (Сетецентрическая война) трансформации вооружённых сил (ВС) США в информационную эру [2]. В статье на основе системологии и инновационной экономики как её современного технологического направления, представлено системное видение сущности концепции, которое, по мнению авторов, является прагматически состоятельным. Содержание статьи носит дискуссионный характер.

Ключевые слова: системология, инновационная экономика, инновационное военное искусство, высокие технологии, управление, технология управления, боевая система, самоорганизация, самосинхронизация.

The identification of advanced global experience in military affairs, its summation and relay to the armed forces of a particular state has long since been a subject of the national military science. Even now, although twenty years have already passed, the military science of our country lacks a consolidated understanding of the essence of the Network Centric Warfare (NCW) transformation of the US Armed Forces in the information era. They article presents on the basis of system science and innovative economics as its modern technological branch a systemic vision of the essence of the NCW concept, which, according to the authors, is pragmatically sound.

Keywords: system science, innovative economics, innovatory military art, high technology, management, management technology, combat systems, self-organization, self-synchronization.

Настоящая статья является результатом попытки авторов получить прагматически состоятельное системное видение инновационной сущности концепции «Network Centric Warfare (NCW)» (Сетецентрическая война), как первоисточника, так и второй части национального научного задела (ННЗ), где исследуемый американский нормативный акт отечественными аналитиками означает как «Управление ведением боевых действий в едином информационном пространстве».

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазаревич Э.Г., Колганов С.К., Ленцкевич И.А. Уяснение инновационной сущности ключевых положений концепции «Сетецентрическая война» // Вестник ВКО. – М.: ГСКБ ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей», 2019, № 4. – С.6–19.
 2. Cebrovski A., Garstka Y. Network Centric Warfare: Its Origin and Future // Proceedings. – 1998, January.
 3. Горбачев Ю.Е. Сетецентрическая война: миф или реальность? // Военная мысль. – 2006, №1. – С.66–76.
-

4. Паршин С., Кожанов Ю. Современные тенденции в совершенствовании системы управления вооруженными силами ведущих зарубежных стран в информационную эпоху // Зарубежное военное обозрение. – 2009, №6. – С.2-10; №7. – С.2-10.
5. Долгополов А.В., Богданов С.А. Эволюция форм и способов ведения вооруженной борьбы в сетцентрических условиях // Военная мысль. – 2011, №2. – С.49-58.
6. Печуров С. Концепция «объединённости»: теория и реалии // Зарубежное военное обозрение. – 2004, №9. – С.2-9.
7. Garstka J. Network Centric Warfare Offers War fighting Advantage // Signal Forum. – Signal Magazine, 2003, May.
8. Cebrovski A. Military transformation: strategic approach // Proceedings. – 2003. – November.
9. Ленцкевич И.А. Развитие системного подхода к автоматизации управления войсками (силами) // Наука и военная безопасность. – 2011, №3. – С.17-23.
10. Ленцкевич И.А., Алехнович А.В. Методология создания информационной технологии управления войсками (силами): структурно-параметрическая платформа определения противоборства сторон // Наука и военная безопасность. – 2008, №3. – С.14-20.
11. Алехнович А.В., Ленцкевич И.А. Информационная технология управления войсками (силами): методология создания // Наука и военная безопасность. – 2007, №3. – С.2-7.
12. Лазаревич Э.Г., Ленцкевич И.А. Определение концептуальной модели реализации задачи «целеполагание» процесса автоматизированного управления группировкой войск (сил) // Наука и военная безопасность. – 2012, №4. – С.24-29.
13. Лазаревич Э.Г., Колганов С.К., Ленцкевич И.А. Формальные модели категорий «качество» и «эффективность» в информационной технологии управления войсками и оружием // Вопросы оборонной техники. Серия 3. – М., 2011, Вып.5(366). – С.12-20.
14. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач: 2-е изд., испр. и доп. – М. Физматлит. – 2007. – 256 с.
15. Toffler A., Toffler H. War and Anti-War. Survival at the Dawn of the XXI Century // Philosophy. – 1993.
16. Савин Л.В. Сетцентричная и сетевая война. Введение в концепцию. – М.: ©Евразийское движение, 2011. – 130 с.
17. Дугин А.Г. Основные принципы сетевых операций. Русская война. – URL: https://soznanie.club/?page=book&topic_id=5649227. Дата доступа: 10.04.2020.
18. Стойчевич Слободан. Сетевая война против сербов. Уроки для России. – URL: <https://www.litres.ru>. Дата доступа: 10.04.2020.
19. Насевич А.Н., Ленцкевич И.А. О состоятельности теории Джона Бойда // Наука и военная безопасность. – 2016, №2. – С.42-48.
20. Трушин В.В. К вопросу о сущности взаимодействия // Военная мысль. – 2013, №10. – С.30-37.
21. Сатаров В. Вооружённые силы США: организация, строительство, и применение // Зарубежное военное обозрение. – 2009, №7. – С.12-20.
22. Полевые уставы ВС США: JP 3-0; JP 3-13; JP 3-31; FM 3-0; FM 3-13; FM 6-01.1.
23. Ленцкевич И.А., Алехнович А.В. Методология создания информационной технологии управления войсками (силами): архитектура модели процессного управления // Наука и военная безопасность. – 2008, №1. – С.8-14.
24. Корчагин С., Паршин С. Направления развития информационно-телекоммуникационного обеспечения сетей боевого управления сухопутных войск США // Зарубежное военное обозрение. – 2019, №3. – С.41-48.

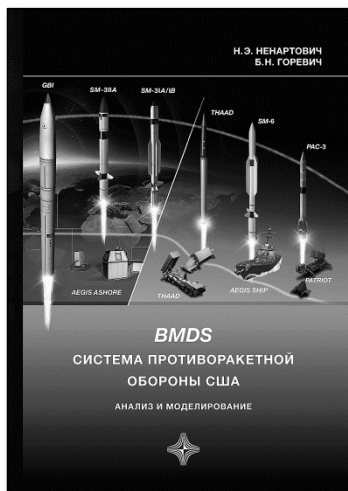
UNDERSTANDING THE ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL ESSENCE OF THE TRANSFORMATION OF THE UNITED STATES ARMED FORCES IN THE INFORMATION ERA

E.G. Lazarevich, S.K. Kolganov, I.A. Lentskevich

This article presents on the basis of system science and innovative economics as its modern technological direction a systemic vision of the essence of the NCW concept, which, according to the authors, is pragmatically sound.

Поступила 6 июля 2020 года.

НАУЧНЫЕ РЕЦЕНЗИИ И ОТЗЫВЫ



Ненартович Н.Э., Горевич Б.Н. **BMDS – система противоракетной обороны США. Анализ и моделирование.** – М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2020. – 352 с.: ил.

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор О.Ю. Аксенов; д-р техн. наук К.Ю. Гаврилов.

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

Выполнен кинематический анализ возможностей системы ПРО США по перехвату баллистических ракет, а также произведена оценка видимости и траекторных параметров целей в зоне действия РЛС ПРО. Для этого разработаны аналитические модели движения ракет (целей и перехватчиков) и моде-

ли функционирования радиолокационных средств системы ПРО, проанализированы характеристики наиболее современной МБР Северной Кореи «Хвасон-15» и проведена оценка возможностей группировки ПРО США, развернутой на западном направлении, по локационному наблюдению ракет «Хвасон-15» и их перехвату с использованием систем GMD и Aegis BMD.

Предлагаемая монография в настоящее время является единственной в России работой, в которой выполнен достаточно детальный анализ противоракетной обороны США как технической системы, с учетом совокупности всех образующих ее элементов и их взаимосвязей.

Настоящая работа представляет собой дополненное и откорректированное, с учетом появления новых данных, издание монографии 2018 года «Система противоракетной обороны США. Анализ и моделирование».

Использованные материалы актуальны по состоянию на начало 2020 года.

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