

ВЕСТНИК МЕТРОЛОГА

Научно-технический журнал
Решением ВАК от 18.12.2017 года 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» («Перечень...» от 25.12.2017 г. за № 2210).

Учредитель и издатель

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений»

Почтовый адрес:

п/о Менделеево, Солнечногорский район, Московская область, 141570

Редакционный совет:

И.Ю. Блинов, доктор технических наук.
В.А. Вышлов, доктор технических наук, профессор.
С.С. Голубев, кандидат технических наук.
О.В. Денисенко, доктор технических наук.
Ю.А. Клейменов, доктор технических наук.
Д.А. Кузнецов.
И.М. Малай, доктор технических наук.
Б.А. Сахаров, доктор технических наук.
Ф.И. Храпов, доктор технических наук.
В.В. Швыдун, доктор технических наук.
А.Н. Щипунов, доктор технических наук.

Главный редактор

В.Н. Храменков, доктор технических наук, профессор

Заместитель главного редактора

О.В. Надеина, кандидат педагогических наук

В подготовке номера участвовали:

Пояркова Д.Л.

Адрес редакции: 141006, г. Мытищи Московской обл., Олимпийский проспект, владение 12, строение 1, оф. 404
Адрес для переписки, размещения рекламы и приобретения журнала «Вестник метролога»:

п/о Менделеево, Солнечногорский р-н, Московская область, 141570
Тел./факс
(495) 586-23-88; (495) 580-35-66.
E-mail: 32gniii_vm@mail.ru; vm@vniiftri.ru

Отпечатано ООО «Принт»
Юридический адрес:
426035, Россия, г. Ижевск,
Тимирязева ул, д. 5.
Тел. (3412) 56-95-53

Сдано в набор 07.09.2020
Подписано в печать 15.09.2020
Тираж 300 экз.

Зарегистрирован ISSN 2413-1806
в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-60016 от 21 ноября 2014 г.

Материалы журнала размещаются на сайте Научной электронной библиотеки и включаются в национальную информационно-аналитическую систему РИНЦ

СОДЕРЖАНИЕ

Общие вопросы метрологии

Мамлеев Т.Ф., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, Солдатенко В.С., к.т.н., Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского
Модель принятия решений по формированию состава комплекта измерительной техники с учетом нескольких критериев оптимальности 3

Общие вопросы метрологии

Волчков А.А., Исаев Ю.А., Леонова К.С., Фуфаева О.В., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, Хайруллин Р.З., д.ф.-м.н., Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Применение Байесовского подхода для построения эффективных оценок точности измерений 9

Измерения электрических и магнитных величин

Нефедов М.В., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Обоснование возможного направления развития рабочих эталонов единицы напряженности магнитного поля на основе адаптированного метода трех антенн 13

Физико-химические измерения

Аскеров Н.А., ФГУП «ВНИИФТРИ», п.г.т. Менделеево
Испытания акустооптического спиртомера «ИКОНЭТ-М» . . . 17

Оптические и оптико-физические измерения величин

Васильев Д.Ю., Курт В.И., д.т.н, Егошин Д.А., АО «НПО ГИПО», г. Казань
К вопросу разработки стендов имитационного моделирования тепло-телевизионных систем 25

Радиоэлектронные измерения

Кузнецов А.А., Жуков Ю.О., ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж
Снижение динамических ошибок траекторных измерительных комплексов с использованием алгоритмов обработки измерительной информации, полученных на базе динамических моделей движения 31

Научно-технические обзоры материалов конференций, симпозиумов

АРМИЯ-2020 (КВЦ «Патриот», г. Кубинка Моск. обл.)
Плотников А.В., к.т.н., Надеин В.В., к.п.н., доцент, Щеглов Д.М., Надеина О.В., к.п.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Перспективы развития, инновации в области вооружения и военной техники и возрастающая роль метрологического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации (6-й Международный военно-технический форум «Армия-2020»), (23–29 августа) 37

Выставки, конференции в IV квартале 2020 года

NDT Russia (20-я Международная выставка оборудования для неразрушающего контроля (27–29 октября)) 40

XIII Всероссийская научно-техническая конференция

Метрологическое обеспечение обороны и безопасности в Российской Федерации (18–19 ноября) 40

Информация

Новинки измерительной техники

«Vestnik Metrologa» magazine is published and extends in Russian since 2005

The magazine «Vestnik Metrologa» scientific and technical information in the field of natural sciences and engineering and covers modern problems related to metrology and metrological assurance.

FSUE VNIIFTRI Russian Metrological Institute of Technical Physics and Engineering You are: Publisher

Address: 141570, Moscow region, Solnechnogorsk district, Township Mendeleevo

The Editorial advice:

I.Y. Blinov, doctor of the technical sciences.
V.A. Vyshlov, doctor of the technical sciences, professor.

S.S. Golubev, candidate of the technical sciences.

O.V. Denisenko, doctor of the technical sciences.

Y.A. Kleymenov, doctor of the technical sciences.

D.A. Kuznetsov.

I.M. Malai, doctor of the technical sciences.

B.A. Saharov, doctor of the technical sciences.

F.I. Hrapov, doctor of the technical sciences.

V.V. SHvydun, doctor of the technical sciences.

A.N. Shchipunov, doctor of the technical sciences.

Editor-in-chief

V.N. Khramenkov, doctor of the technical sciences, professor

Deputy main of the editor

O.V. Nadeina, candidate of the pedagogical sciences

Address to editings: 141006, Mytishi Moscow region, Olympic avenue, possession 12, construction 1, of. 404

Address: 141570, Moscow region, Solnechnogorsk district, Township Mendeleevo

telephone/fax (495) 586-01-00;

(495) 586-23-88; (495) 580-35-66.

E-mail:32gniii_vm@mail.ru; vm@vniiftri.ru

It is Printed by OOO «Print»

Legal address: 426035, Russia, Izhevsk, Timiryazeva st., 5.

telephone (3412) 56-95-53

The Circulation
300 copies

CONTENTS

Common questions of a metrology

Mamleev T.F., FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Soldatenko V.S. k.t.s., Mozhaiskiy Military Space Academy, St. Petersburg, 197082, Russia
Model of decision making on composition of measuring equipment set taking into account several optimality criteria 3

Common questions of a metrology

Volchkov A.A., Isaev Yu.A., Leonova K.S., Fufaeva O.V., FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Khayrullin R.Z., d.ph.-m.s., Moscow State (National Research) University of Civil Engineering and FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation
Application of Bayesian approach for construction of effective estimates of measurement accuracy 9

Measurement of electrical and magnetic quantities

Nefedov M.V., FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation
Substantiation of a possible direction of the development of a working measurement standards of magnetic field strength based on the three-antenna method 13

Physicochemical measurements

Askerov N.A., FSUE «VNIIFTRI»
Tests of acousto-optical alcoholometer «IKONET-M» 17

Optics and opticophysical measurements

Vasilyev D.Y., Kurt V.I., Doctor of Engineering Sciences, Yegoshin D.A., JSC «NPO GIPO», Kazan
On developing table simulators of television and thermal systems . . . 25

Measurements of a radio and elektron

Kuznetsov A.A., Zhukov Yu.O., Military training and research center of the Air force «Air force academy named after N.E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin» (Voronezh)
Reduction of dynamic errors of trajectory measurement complexes using algorithms for processing measurement information based on dynamic motion models 31

Nauchno-tehnicheskie reviews materials conferences and symposiums

ARMY-2020 (august, 23–29) «Patriot» – Center, Kubinka, Moscow region
Plotnikov A.V., k.t.s., Nadein V.V., k.p.s., Shcheglov D.M., Nadeina O.V., k.p.s., FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation
Development prospects, innovations in the field of weapons and military equipment and the increasing role of metrological support of the Armed Forces of the Russian Federation (6-th international military-technical forum «Army-2020») 37

Exhibitions to conferences in IV quarters 2020

20-International exhibition «NDT Russia»–2020
(October, 27–29.) 40

XIII all-russian research conference (18–19 november).

Metrological ensuring the defence and safety in Russian Federation 40

Information

Novelties of the measuring technology

**МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ФОРМИРОВАНИЮ СОСТАВА КОМПЛЕКТА
ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ С УЧЕТОМ НЕСКОЛЬКИХ КРИТЕРИЕВ ОПТИМАЛЬНОСТИ
MODEL OF DECISION MAKING ON COMPOSITION OF MEASURING EQUIPMENT SET TAKING
INTO ACCOUNT SEVERAL OPTIMALITY CRITERIA**

*Мамлеев Т.Ф., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России,
Солдатенко В.С., к.т.н., Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского,
197198 г. Санкт-Петербург, ул. Жановская, 13
Mamleev T.F., FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense
of the Russian Federation, Soldatenko V.S. k.t.s.,
Mozhaiskiy Military Space Academy, St. Petersburg, 197082, Russia,
e-mail: 32gniii@mil.ru; tel. +7(495) 583-99-48*

Представлена модель принятия решений по формированию состава комплекта измерительной техники (ИТ) с учетом нескольких критериев оптимальности. Полученные результаты поясняются расчетным примером.

The model of making decisions on formation of composition of a set of measuring equipment taking into account several criteria of optimality is presented. The results are explained by the calculation example.

Ключевые слова: принятие решения, комплект измерительной техники, критерий оптимальности
Keywords: decision making, set of measuring equipment, criterion of optimality.

Одним из важнейших факторов целевого использования современной техники является обеспечение единства измерений при ее эксплуатации. При эксплуатации сложных технических устройств возникают ситуации неперiodического характера, например, применение на выезде, участие в восстановительных работах и некоторые другие. В указанных случаях задачи обеспечения единства измерений осуществляются в ограниченные интервалы времени, требуют проведения большого количества измерений нескольких видов, отличаются высоким уровнем важности и ответственности, имеют нестационарный характер использования различных образцов измерительной техники. При этом в места размещения образцов техники необходимо доставлять дополнительное оборудование, с помощью которого обеспечивается проведение необходимых видов измерений в требуемом объеме. Актуальной является проблема обеспечения оптимального по некоторым критериям состава временно формируемого измерительного комплекта.

В настоящее время для обоснования структуры сложных систем, выполняющих ответственные функции, используются подходы, базирующиеся на различных принципах. К ним относятся методы синтеза искусственных нейронных сетей [1], моделирование технологических систем с учетом влияния технического обслуживания средств, входящих в состав систем [2]. Известны также подходы, в которых обоснование состава слож-

ной системы базируется на учете постепенных изменений параметров ее элементов в процессе эксплуатации [3]. Сравнительно новым для формирования структуры сложной системы является использование методов лингвистического анализа и эволюционного проектирования [4]. Ряд интересных для практики результатов получен при применении метода деревьев отказов [5]. Достаточно продуктивным подходом к решению задачи синтеза измерительной системы является использование метода структурной схемы надежности (ССН). В этом направлении получены важные для использования по целевому назначению технических систем результаты [6, 7, 8]. Вместе с тем, в известных работах недостаточно рассмотрено формирование структуры систем с учетом нескольких критериев оптимальности.

Функционирование средств измерений (СИ) в рассматриваемых условиях характеризуется высоким уровнем неопределенности. Это приводит к необходимости применения нескольких критериев оптимальности выбора структуры комплекта ИТ.

В настоящей статье рассматривается один из возможных путей решения указанной проблемы.

Математическая постановка задачи обоснования состава измерительной системы метрологического обеспечения

Модель выбора в системе, реализующей различные методы многокритериальной оптимизации и классификации, должна быть инвариантна по от-

Для получения решения используем надстройку MS-Excel «Поиск решения». Имеем следующие результаты решения. Значение первой координаты «идеальной точки» (максимальное значение вероятности безотказной работы комплекта СИ)

$$D_1(\mathbf{x}^*) = 0,981.$$

При этом затраты первого вида ресурсов составляют 2414 (усл ед.), а затраты второго вида ресурсов составляют 247 м².

Для определения второй координаты необходимо решить следующую задачу:

$$D_2(\mathbf{x}^*) \rightarrow \min_{x \in \Delta_B} \quad (26)$$

$$R_1^{(c)}(\mathbf{x}^*) \leq R_1 \quad (27)$$

$$R_2^{(c)}(\mathbf{x}^*) \leq R_2 \quad (28)$$

$$D_1(\mathbf{x}^*) \geq D_1^{(dir)} \quad (29)$$

x_i – целые числа.

Значение второй координаты «идеальной точки» (минимальные затраты финансов для комплекта СИ)

$$D_2(\mathbf{x}^*) = 2304 \text{ усл. ед.}$$

При этом затраты коэффициент готовности комплекса СИ равен 0,952, а затраты второго вида ресурсов составляют 186 м².

Решение задачи оптимизации с использованием метрики Евклида приводит к получению следующих результатов.

В условиях задачи целесообразно следующее решение по составу средств измерительного комплекта: два резервных средства первого типа; одно резервное средство третьего типа; одно резервное средство пятого типа.

Максимально возможное значение вероятности безотказной работы комплекта СИ равно 0,977, при одновременном минимально возможном значении затрат на комплект СИ, равном 2304 усл. ед. При этом затраты второго вида ресурсов составляют 232 м².

При получении расчетных результатов в данной статье использован метод ветвей и границ.

Заключение

В статье рассмотрен подход к моделированию принятия решений по структуре средств измерительного комплекта с учетом нескольких критериев оптимальности. Такой способ синтеза

структуры технологической системы позволяет уменьшить степень неопределенности в сложных условиях ее применения.

Модель принятия решения сформулирована в терминах задачи целочисленного программирования. Предложено для формирования множества Парето и свертки целевых функций использовать метрику Евклида.

Литература:

1. Васильев В.И., Ильясов Б.Г., Мунасыпов Р.А. Развитие структурных методов исследования сложных динамических систем // Автоматика и телемеханика, No. 3, 2013. Стр. 192–214.
2. Alaswad S., Xiang Y. A review on condition-based maintenance optimization models for stochastically deteriorating system // Reliability engineering & system safety, No. 157, 2017. Стр. 54–63.
3. Дмитриенко А.Г. Николаев А.В., Михеев М.Ю., Тюрин М.В. Семочкина И.Ю. Обоснование метода прогнозирования технического состояния систем стартовых и технических комплексов космодрома с использованием мониторинговой информации. // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль, Vol. 18, No. 4, 2016. Стр. 6–12.
4. Mahadevan S., Deng X., Zhang X. Reliability analysis with linguistic data: an evidential network approach // Reliability engineering & system safety, No. 162, 2017. Стр. 28–39.
5. Басотин Е.В., Витюк В.Л., Миронов Е.А., Мосиенко А.Г., Суворов А.Н. Математическая модель расчета показателей надежности системы контроля заправки РКН // Фундаментальные исследования, Vol. 2, No. 10, 2016. Стр. 254–258.
6. Abouei Ardakan M., Zeinal Hamadani A. Reliability optimization of series-parallel systems with mixed redundancy strategy in subsystems // Reliability engineering & system safety, No. 130, 2014. Стр. 132–139.
7. Труханов В.М., Лазарева И.В. Анализ и сравнение методов резервирования, используемых для повышения надежности технологического оборудования // Научные труды SWorld, Vol. 1, No. 45, 2016. Стр. 59–64.
8. Салухов В.И., Солдатенко В.С., Мотиенко А.И. Об одном подходе к моделированию развития телекоммуникационных систем // Информатизация и связь № 1, 2016. Стр. 5–10.
9. Микони С.В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив: учеб. пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2009.
10. Микони С.В., Бураков Д.П., Гарина М.И. Инструментальная система для решения задач многокритериального выбора // Программные продукты и системы, No. 4, 2004. Стр. 6–9.
11. Цвиркун А.Д. Основы синтеза структуры сложных систем. Москва: Наука, 1982.
12. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. Москва: Наука, 1978.
13. Черноуцкий И.Г. Методы принятия решений. Учебное пособие. Санкт-Петербург: БХВ, 2005.

**ПРИМЕНЕНИЕ БАЙЕСОВСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНЫХ ОЦЕНОК ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ
APPLICATION OF BAYESIAN APPROACH FOR CONSTRUCTION
OF EFFECTIVE ESTIMATES OF MEASUREMENT ACCURACY**

Волчков А.А., Исаев Ю.А., Леонова К.С., Фуфаева О.В.,
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России,
Хайруллин Р.З., д.ф.-м.н., Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет и ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Volchkov A.A., Isaev Yu.A., Leonova K.S., Fufaeva O.V.,
FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation,
Khayrullin R.Z., d.ph.-m.s., Moscow State (National Research) University of Civil Engineering
and FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation
e-mail: 32gnii@mil.ru; tel. 8(498)684-75-67

Исследуется проблема повышения точности измерений за счет использования апостериорной информации. Представлено применение Байесовского подхода в условиях возможности получения дополнительной информации и ее использования для построения эффективных оценок точности измерения.

The problem of increasing the accuracy of measurements through the use of a posteriori information is investigated. An example of the application of the Bayesian approach in the conditions of the possibility of obtaining additional information and its use in order to build effective estimates of measurement accuracy is presented.

Ключевые слова: точность измерений, Байесовский подход, равномерное распределение, нормальное распределение, апостериорная информация.

Keywords: measurement accuracy, Bayesian approach, uniform distribution, normal distribution, a posteriori information.

Проблема повышения точности измерений является важной практической задачей в различных областях деятельности [1–10]. В работе [11], в предположении, что результат измерения имеет вид $Z = X + Y$, где X – действительное значение измеряемой величины, а Y – погрешность измерения, дается построение эффективных оценок точности измерений на основе Байесовского подхода, для случая, когда действительное значение X и погрешность измерения Y распределены равномерно.

Примерами практических задач, приводящих к необходимости рассмотрения равномерно распределенных случайных величин, могут служить, например, описание погрешностей аналого-цифрового преобразования; измерения гармонических колебаний со случайной фазой; погрешности квантования в цифровых приборах и т.д. В [12] отмечается, что при суммировании трех или более не исключенных остатков систематических погрешностей, каждый из которых распределен равномерно, закон распределения суммы этих погрешностей следует рассматривать как нормальный.

Поэтому применение Байесовского подхода для случая равномерно распределенных случайных

величин в сочетании с нормально распределенными величинами, играющими ключевую роль в теории вероятностей, теории измерений и метрологии [12], несомненно является важной практической задачей.

Постановка задачи. В настоящей работе предполагается, что результат измерения имеет вид $Z = X + Y$. Среднеквадратическое отклонение (СКО) измеренного значения Z в случае независимости X и Y вычисляется, как и в [11], по формуле $\sigma^* = \sqrt{\sigma^2(X) + \sigma^2(Y)}$. Указанное СКО в дальнейшем будем называть безусловным СКО. В случае, когда оказывается возможным наблюдать результат измерения Z , появляется дополнительная возможность для апостериорной переоценки (построения более точной эффективной оценки) СКО $\sigma_z(X)$ и, как следствие – возможность увеличения точности измерения. В настоящей работе дается постановка и решение задачи разработки метода построения эффективной оценки СКО $\sigma_z(X)$, основанного на использовании дополнительной информации – измеренного значения Z . Разрабатываемый метод основан на Байесовском подходе [13,14].

разных значений параметров нормального и равномерного распределения. Расчеты показали, что в большинстве рассмотренных примеров условное СКО $\sigma_z(X)$ меньше «безусловного» СКО σ^* , вычисленного по формуле $\sigma^* = \sigma_{\text{без}} = \sqrt{\sigma_{\text{рав}}^2 + \sigma_{\text{нор}}^2}$, здесь $\sigma_{\text{рав}}$ и $\sigma_{\text{нор}}$ – СКО соответствующего равномерного и нормального распределения.

Полученные результаты показывают, что за счет учета дополнительной информации, которая может быть получена в результате или процессе измерений, возможно построение оценок точности, превосходящей стандартную оценку от двух до пяти раз. После нахождения апостериорной плотности распределения $f_z(x)$ оказывается возможным построение Байесовских точечных оценок (всевозможных статистических моментов различного порядка), а также интервальных оценок.

Отметим, что в ряде практических задач вид функции распределения измеряемой величины неизвестен, а также неизвестен факт зависимости или независимости действительного значения измеряемой величины и погрешности измерения. Задача установления вида эмпирической функции распределения и задача установления факта независимости действительного значения и погрешности измерения представляют собой самостоятельную задачу. В таких практических задачах применение представленного в статье подхода возможно после решения указанных выше самостоятельных задач.

Заметим, что в случае построения функции распределения на основе выборочных данных Байесовский способ оценивания может давать весьма ощутимый выигрыш в точности при ограниченных объемах выборок по сравнению с [14]. С увеличением объема выборок рассматриваемый в статье подход и методы [14] будут давать, в силу их состоятельности, все более похожие результаты.

Применение Байесовского подхода в нетривиальных случаях (когда законы распределения действительного значения и погрешности отличны от равномерного и нормального) может привести к необходимости вычисления многомерных интегралов, что связано с достаточно большими вычислительными затратами. Однако уровень развития современной вычислительной техники позволяет решать практические задачи и в указанных нетривиальных случаях.

Полученные в статье результаты могут найти применение при разработке методик измерений, при поверках и калибровках средств измерений.

Представленную в статье методику целесообразно применять как для построения оценки точности однократных измерений, так и для построения оценки точности измерений параметров быстросменяющихся процессов, когда повторение эксперимента (опыта) представляется невозможным или нецелесообразным.

Литература:

1. Адлер Ю.П. Статистический контроль – условие совершенствования качества продукции (о методах Г. Тагути и их применении) // Автомобильная промышленность США. 1987. № 11. С. 30–38.
2. Пономарёв С.В. Мищенко С.В., Белобрагин В.Я. Управление качеством продукции. Введение в системы менеджмента качества. М.: Стандарты и качество. 2004.
3. Глухов В.И. Комплексные показатели размерной и геометрической точности деталей машин // Вестник машиностроения. 1998. № 4. С. 3–7.
4. Глухов В.И. Координирующие размеры деталей и их измерение // Измерительная техника. 1998. № 7. С. 18–22.
5. Марков Н.Н. Проблемы точности измерений линейных размеров в машиностроении // Измерительная техника. 1984. № 9. С. 22–23.
6. Buchingham E. Dimensions and Tolerances for Mass Production // New York: The Industrial Press. 1961. p 164.
7. Taguchi G. Quality engineering in Japan // Communications in Statistics Theory Methods. 1985. vol. 14. № 11. p. 2785–2801.
8. Trumpold H. Zur Tolerierung und Messung von Gestaltabweichungen // Feingeratechnik, 1980. vol. 29. № 2. p. 64–65.
9. Francisco S, Guzmán J, Rosa B, Rodríguez C, Doimeadios M, Ángel R. Analytical metrology for nanomaterials: Present achievements and future challenges // Analytica Chimica Acta. vol. 1059. 2019. pp. 1–15.
10. Gao W., Haitjema H., Fang F., Leach R., Cheung C., Savio E., Linares J. On-machine and in-process surface metrology for precision manufacturing. CIRP Annals. vol. 68. 2019. Iss. 2.
11. Волчков А.А., Исаев Ю.А., Леонова К.С., Фуфаева О.А., Хайруллин Р.З. Метод построения оценок точности измерений на основе использования апостериорной информации // Вестник метролога. 2019. № 4. с. 18–21.
12. Кузнецов В.А., Исаев Л.К., Шайко И.А. Метрология. Москва. Стандартинформ. 2005.
13. Айвазян С.А. Байесовский подход в эконометрическом анализе // Прикладная эконометрика. 2008. № 1(9). С. 93–130.
14. Вентцель Е.С., Овчаров В.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. М.: Наука. 1991.

**ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОГО НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РАБОЧИХ ЭТАЛОНОВ ЕДИНИЦЫ
НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ТРЕХ АНТЕНН
SUBSTANTIATION OF A POSSIBLE DIRECTION OF THE DEVELOPMENT OF A WORKING MEASUREMENT
STANDARDS OF MAGNETIC FIELD STRENGTH BASED ON THE THREE-ANTENNA METHOD**

*Нефедов М.В., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Nefedov M.V., FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense
of the Russian Federation
e-mail: kt-nefed@rambler.ru; tel. 8-926-495-18-29*

Рассмотрена возможность реализации рабочего эталона единицы напряженности магнитного поля на основе метода трех антенн и метода замещения

This paper offer possibility of development of a working measurement standard of magnetic field strength based on three-antenna method and replacement method

Ключевые слова: рамочная антенна, коэффициент калибровки, метод трех антенн, метод замещения, напряженность магнитного поля, рабочий эталон

Keywords: loop antenna, antenna factor, three-antenna method, replacement method, magnetic field strength, working measurement standard

Особым классом средств измерений параметров электромагнитного поля являются рамочные антенны, позволяющие измерять параметры магнитной составляющей электромагнитного поля. В настоящее время этот вид антенн является одним из наиболее распространенных видов измерительных антенн в Российской Федерации и широко используются при решении задач электромагнитной совместимости авиационного радиоэлектронного оборудования, измерений параметров электромагнитного поля при проведении исследований в сфере обороны и безопасности, в системах радиочастотной идентификации (RFID), сетях беспроводной передачи данных, а также в задачах технической защиты информации.

При этом, на протяжении последних десяти лет существует устойчивая тенденция как к расширению номенклатуры рамочных антенн, так и к увеличению их количества. Одновременно с этим активно и непрерывно улучшаются метрологические характеристики новых образцов средств измерений напряженности поля в части частотного и динамического диапазонов.

Основными характеристиками измерительных антенн являются рабочий диапазон частот и коэффициент калибровки.

Коэффициент калибровки (КК) измерительной антенны определяется как отношение напряженности магнитного поля в полеобразующей системе к значению напряжения на входе измеритель-

ного приемника, подключенного к выходу антенны [1].

Система метрологического обеспечения рамочных магнитных антенн в РФ возглавляется двумя государственными первичными эталонами, находящимися в ФГУП «ВНИИМ» и ФГУП «ВНИИФТРИ» – ГЭТ 12-2011 и ГЭТ 44-2010. В соответствии с ГОСТ Р 8.808-2012 в качестве рабочих эталонов второго разряда используются установки на основе полеобразующих систем в виде колец Гельмгольца, ТЕМ-линий и полеобразующих систем с эталонными излучающими антеннами.

В настоящее время рабочие эталоны для поверки средств измерений (СИ) напряженности магнитного поля представлены следующими установками для воспроизведения и передачи единицы напряженности магнитного поля (НМП):

- установки магнитного поля с эталонной излучающей антенной;
- установки на основе колец Гельмгольца;
- установки на основе ГТЕМ-ячейки;
- катушки индуктивности.

Данные установки разрабатывались для ограниченного номенклатурного ряда измерительных антенн в последней четверти прошлого века, поэтому ни один из рабочих эталонов НМП, эксплуатируемых в настоящее время, не может обеспечить в полной мере поверку существующих и перспективных СИ НМП. При этом данные рабочие эталоны характеризуются:

Как видно из графиков, наибольшее отклонение результатов определения КК методом трех антенн с применением измерительного приемника (анализатора спектра) и генератора сигналов для антенны П6-42А составило не более 0,65 дБ, для антенны «Сектор» не более 0,55 дБ. Таким образом, суммарная погрешность определения КК рассматриваемых антенн методом трех антенн с использованием измерительного приемника и генератора соответствует характеристикам эксплуатируемых в настоящее время рабочих эталонов единицы напряженности магнитного поля.

Для проверки метода замещения были проведены измерения двух наиболее распространенных в РФ типов рамочных активных антенн АИР 3-2 (от 9 кГц до 30 МГц) и АИР 3-1 (от 200 Гц до 400 кГц). В качестве образцовых антенн были использованы антенны «Сектор» и П6-42А соответственно, отградуированные с помощью метода трех антенн.

Результаты измерений представлены на рисунках 3 и 4.

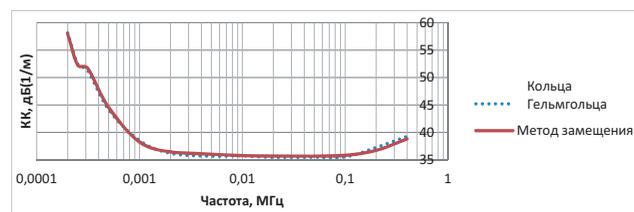


Рисунок 3 – Коэффициенты калибровки антенны АИР3-1.

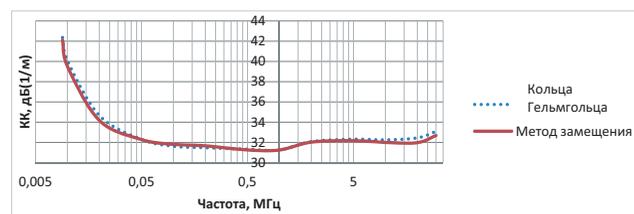


Рисунок 4 – Коэффициенты калибровки антенны АИР3-2.

Показанный результат, полученный при определении КК методом замещения с помощью антенн, отградуированных методом трех антенн, хорошо согласуется с результатами, полученными с помощью эксплуатируемых в настоящее время рабочих эталонов НМП.

Максимальная разность между КК, полученными методом замещения с использованием об-

разцовой антенны, отградуированной с помощью метода трех антенн с применением измерительного приемника (анализатора спектра) и генератора сигналов, и с помощью установки на основе колец Гельмгольца для антенн АИР 3-1 и АИР 3-2 составила 0,5 дБ.

Таким образом, предложенная схема реализации рабочего эталона единицы напряженности магнитного поля низшего разряда позволяет определять коэффициенты калибровки рамочных магнитных антенн в широком частотном и динамическом диапазоне, с требуемой точностью.

При этом существенно упрощается конструкция полеобразующей системы, а в качестве измерительных приборов подходят распространенные и доступные средства измерений.

В то же время предложенная схема позволяет проводить поверку всей номенклатуры рамочных антенн, эксплуатируемых в настоящее время в РФ, а также перспективных средств измерений. Она проста для автоматизации, поэтому может стать основой для разработки или модернизации рабочих эталонов единицы напряженности магнитного поля в диапазоне частот от 20 Гц до 30 МГц.

Внедрение данной схемы рабочего эталона единицы напряженности магнитного поля позволит уйти от необходимости создания сложных по конструкции и дорогостоящих в эксплуатации полеобразующих систем за счет использования серийных изделий и простой технической реализации.

Литература:

- ГОСТ CISPR 16-1-4-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Требования к аппаратуре для измерения параметров промышленных радиопомех и помехоустойчивости и методы измерений. Часть 1–4. Аппаратура для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Антенны и испытательные площадки для измерения излучаемых помех.
- Ishii M., Fujii K. Loop Antenna Calibration Methods in Low-frequency. EMC'14, Tokyo, 2014, pp. 290–293.
- Greene F.M. The Near-Zone Magnetic Field of a Small Circular-Loop Antenna. JOURNAL OF RESEARCH OF National of Bureau of Standards – C. Engineering and Instrumentation, October-December 1967, vol. 71C, no. 4, pp. 319–326.
- Sen O., Cakir S. Loop Antenna Calibrations with Inclusion of Vector Network Analyser and Comparison Between Calibration Methods. EMC Europe. 2017, 5 p. DOI: 10.1109/EMCEurope.2017.8094694

ИСПЫТАНИЯ АКУСТООПТИЧЕСКОГО СПИРТОМЕРА «ИКОНЭТ-М» TESTS OF ACOUSTO-OPTICAL ALCOHOLMETER «IKONET-M»

Аскеров Н.А., ФГУП «ВНИИФТРИ», п.з.т. Менделеево
Askerov N.A., FSUE «VNIIFTRI»
e-mail: askerov@vniiftri.ru; tel. +7 9269556259

Проведены испытания акустооптического (АО) спиртомера «ИКОНЭТ-М» ведущими производителями алкогольной продукции и ГНУ ВНИИ ПБТ, подтверждающие потребность отрасли в высокотехнологическом средстве измерения, отвечающего современным требованиям контроля производства алкогольной продукции. АО спиртомер «ИКОНЭТ-М» прошел жесткую процедуру испытаний и отбора конкурсной комиссией в составе системы учета и контроля алкогольной продукции ИС АЛКО-1. АО спиртомеры «ИКОНЭТ-М» установлены в линиях розлива ликероводочных заводов в качестве фискального средства измерения, а выпускаемые серийно с 2000 года Арзамасским приборостроительным заводом (АПЗ) АО спиртомеры «ИКОНЭТ-МП» и сегодня востребованы.

Tests of the acousto-optical alcoholmeter IKONET-M (AO) were carried out by leading manufacturers of alcoholic beverages and GNU VNIIPBT, confirming the industry's need for a high-tech measuring instrument that meets modern requirements for controlling the production of alcoholic beverages. AO alcoholmeter «IKONET-M» has passed a strict procedure of testing and selection by the contest committee, as part of the accounting and control system for alcoholic beverages IS ALCO-1 is installed in the filling lines of distilleries as a fiscal measuring instrument. Produced in series since 2000 by the Arzamas instrument-making plant (AIP) of AO «IKONET-MP» alcoholmeters are still in demand today.

Ключевые слова: акустооптический фильтр, акустооптический спиртомер, объемная доля этилового спирта, величина резонансного поглощения, поточная линия розлива, конкурсная комиссия.

Keywords: acousto-optical filter, acousto-optical alcoholmeter, ethanol volume concentration, resonant absorption value, production filling line, contest committee.

Введение

В настоящее время известны традиционные способы определения объемной доли этилового спирта в спиртосодержащих растворах: ареометрические и пикнометрические, основанные на измерении плотности водно-спиртового раствора, требующие выполнения большого количества процедур [1, 2].

Известно – спектрально-оптические методы исследований как бесконтактные методы контроля являются наиболее объективными. Следует принять во внимание тот факт, что программирование и автоматизация измерений позволяют привести уровень аналитического контроля в соответствии с современным уровнем производства и исключить ошибки оператора при выполнении трудоемких и многократных измерений, исключая такие субъективные факторы, как квалификация или физическое состояние оператора.

Акустооптические спектральные устройства ФГУП «ВНИИФТРИ» является разработчиком и обладателем уникальных технологий в области акустооптических (АО) средств измерений.

По сравнению с классическими спектральными приборами, акустооптические (АО) спектральные устройства обладают целым рядом особенностей, которые позволяют их использовать в недо-ступных ранее областях измерений.

Акустооптические средства измерения «электронно» и «программно» управляемы. Реализация возможности управления процессом измерения осуществляется программно. Пользователь формирует и задает процедуру измерения спектральных характеристик, причем параметры ее могут изменяться автоматически в зависимости от информации, получаемой в ходе измерения.

Конструктивные особенности АО фильтра (АОФ) – основного элемента АО спиртомера: малый размер и отсутствие подвижных или юстируемых элементов. Последнее связано с отсутствием каких-либо механических и длиннофокусных оптических элементов, а также тем, что пространственная и угловая апертуры фильтра достаточно велики. Это свойство обеспечивает нечувствительность к вибрациям. Малые размеры АОФ позволяет легко встраивать его в разные оптические схемы [3].

В результате проведенных исследований с использованием вышеуказанных традиционных методов мы пришли к выводу о недостаточной точности измерений. В связи вышеизложенным нами было решено изучить возможность использования АОФ, акустооптических методов для измерения объемной доли этилового спирта в водно-спиртовых растворах. В результате проведенных исследований и опытно-конструкторских работ

| № п/п | Наименование изделия | Номинальное значение | | Результат измерений | | Разность показаний % об. |
|-------|--|--------------------------------|--|---------------------|----------------|--------------------------|
| | | Ном. значение крепости, % об.. | Содержание сахара, г./л., г./дм ³ , г./100 мл | Ареометр % об. | ИКОНЭТ-М % об. | |
| 58 | Коньяк 3 зв. Дагестанский РД, «Дагвино», Кизлярский коньячный завод, г. Кизляр | 40 | 15 | 40,11 | 40,11 | 0 |
| 59 | Бальзам «Чистой» ГУП РТ «ПО Татспиртпром», ГУП «Чистопольский ЛВЗ», г. Чистополь | 40 | | - | 39,98 | - 0,02 |
| 60 | Бальзам «Машук» ОАО «ЛВЗ Пятигорский» | 45 | | 43,52 | 43,50 | - 0,02 |
| 61 | «Джин-тоник» ОАО «ЧМП «Уралхиммонтаж», Пермская обл., с. Чайковский | 6 | 5 | - | 5,99 | - 0,01 |
| 62 | «Ром коктейль» ООО «Браво Интернешнл» | 5,5 | | - | 5,48 | -0,02 |
| 63 | Пиво «Клинское» ЗАО «Клинский пивокомбинат», Московская обл., г. Клин | 4,5 | | - | 4,52 | + 0,02 |
| 64 | Водно-спиртовой раствор | | | 10,00 | 10,00 | 0 |
| 65 | Водно-спиртовой раствор | | | 15,20 | 15,19 | - 0,01 |
| 66 | Водно-спиртовой раствор | | | 19,80 | 19,80 | 0 |
| 67 | Водно-спиртовой раствор | | | 29,70 | 29,71 | + 0,01 |
| 68 | Водно-спиртовой раствор | | | 39,80 | 39,77 | - 0,03 |
| 69 | Водно-спиртовой раствор | | | 39,90 | 39,90 | 0 |
| 70 | Водно-спиртовой раствор | | | 55,00 | 54,99 | - 0,01 |
| 71 | Водно-спиртовой раствор | | | 95,80 | 95,79 | - 0,01 |

Примечания. * – отклонение от номинального значения крепости, указанного на этикетке измеряемой изделия. Водки и ликероводочные изделия, в которых отклонение по крепости не соответствуют допускам, приведенным в действующих ГОСТ Р 51135 и ГОСТ 7190, являются образцами с нарушенной герметичностью и истекшим сроком хранения.

Литература:

1. Полыгалина Г.В. Технологический контроль спиртового и ликероводочного производства. – М.: – Колос, – 1999. – С. 85.
2. Полыгалина Г.В. Аналитический контроль производства водок и ликероводочных изделий. – М.: ДеЛи принт. – 2006. – С. 12., 152, 271, 299.
3. Епихин В.М., Визен Ф.Л., Магомедов З.А., Пальцев Л.Л. Безполяризаторные акустооптические монохроматоры. Журнал технической физики, М. – 2018, том 88, вып. 7, С. 1071.
4. Аскеров Н.А., Визен Ф.Л., Жогун В.Н., Магомедов З.А. Оптические спиртомеры.// Акустооптические, акустические и рентгено-спектральные методы и средства измерений в науке и технике: Сб. науч. тр./ ВНИИ-ФТРИ. – М.: – 2005. – С. 81.
5. Аскеров Н.А., Жогун В.Н., Магомедов З.А. Сб. Аналитические методы измерений и приборы в пищевой промышленности. Экспертиза, оценка качества, подлинности и безопасности пищевых продуктов. Тезисы докладов Шестой Международной научно-практической конференции. – Москва: ГОУВПО «МГУПП», 2008. – С. 142.
6. Аскеров Н.А., Жогун В.Н., Магомедов З.А. Измерительная техника. № 8, М.:-2009. – С. 69–72.
7. Полезная модель, Свидетельство РФ № 19586. Кл. G01N33/14. Устройство определения концентрации этилового спирта в водных растворах/ Жогун В.Н., Магомедов З.А., Визен Ф.Л., Епихин В.М., Аскеров Н.А., Косарев В.И., Евстифеев В.Ф., Пегов Г.М., Огородников А.А., Безносков Ю.В.// Изобретения. Полезные модели – 2001. – № 25 (II ч.).

Literature:

1. Polygalina G.V. In-process monitoring of alcohol and liqueur production. – М.: – Kolos, – 1999. – P.85.
2. Polygalina G.V. Analytical control of the production of vodka and liqueurs. – М.: DeLi print. – 2006. – P.12., 152, 271, 299.
3. Epikhin V.M., Vizen F.L., Magomedov Z.A., Paltsev L.L. Non-polarizer acoustooptic monochromators. Journal of technical physics, M. – 2018, vol. 88, iss. 7, P. 1071.
4. Askerov N.A., Vizen F.L., Zhogun V.N., Magomedov Z.A. Optical alcoholometers. // Acousto-optical, acoustic and X-ray spectral methods and measuring instruments in science and technology: Col. of studies/ VNIIFTRI. – М.: – 2005. – P. 81.
5. Askerov N.A., Zhogun V.N., Magomedov Z.A. Col. of Analytical measurement methods and instruments in the food industry. Экспертиза, оценка качества, подлинности и безопасности пищевых продуктов. Тезисы докладов Шестой Международной научно-практической конференции. Expertise, assessment of quality, authenticity and food safety. Abstracts of the Sixth International Scientific and Practical Conference–Москва: GOUVPO «MGUPP», 2008. – P. 142.
6. Askerov N.A., Zhogun V.N., Magomedov Z.A. Measuring equipment. № 8, М.: – 2009. – P.69-72.
7. Utility model, Certificate RF № 19586. Cl.G01N33/14. Device for determining the concentration of ethanol in aqueous solutions / Zhogun V.N., Magomedov Z.A., Vizen F.L., Epikhin V.M., Askerov N.A., Kosarev V.I., Evstifeev V.F., Pegov G.M., Ogorodnikov A.A., Beznosov Yu.V.// Inventions. Utility models – 2001. – № 25 (II p.).

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ СТЕНДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛО-ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМ ON DEVELOPING TABLE SIMULATORS OF TELEVISION AND THERMAL SYSTEMS

Васильев Д.Ю., Курт В.И., д.т.н, Егوشин Д.А., АО «НПО ГИПО», г. Казань
Vasilyev D.Y., Kurt V.I., Doctor of Engineering Sciences, Yegoshin D.A.,
JSC «NPO GIPO», Kazan
e-mail: gipo@telebit.ru; tel. +79510687935.
e-mail: gipo@telebit.ru; tel. +79274116145, +79869073810

Статья посвящена вопросу метрологического обеспечения различных типов тепло-телевизионных систем. Проведен анализ существующих технологий генерации имитационного инфракрасного изображения, описан принцип работы устройств на основе микрозеркальной матрицы, представлено микрозеркальное проекционное устройство и приведены результаты его исследований.

The article considers the issue of metrological support of various types of television and thermal imaging systems. It proposes an analysis of the existing technologies of infrared simulated display generation, a description of the operation principles of devices based on micromirror arrays, and introduces a micromirror projector and the results of its investigation.

Ключевые слова: генерация имитационных изображений, широтно-импульсная модуляция, микрозеркальная матрица, микрозеркальное проекционное устройство, разность радиационных температур

Keywords: generation of simulated display, pulse-duration modulation, micromirror array, micromirror projector, radiation temperature difference

Введение

Одним из основных способов получения информации об объектах является одновременное наблюдение в видимом и в инфракрасном (ИК) спектральных диапазонах с помощью различных типов тепло-телевизионных систем (ТТС). Важнейшей задачей при производстве ТТС является обеспечение их всесторонних испытаний, при этом необходимо не только определять базовые технические характеристики ТТС, но и оценивать качество их функционирования. Современные технологии позволяют как воссоздавать климатические условия и внешние воздействия, при которых предстоит функционировать системе, так и генерировать имитационные изображения, максимально приближенные к реальным [1]. Лабораторные испытания с использованием устройств, генерирующих такие изображения, более экологичны и менее затратны по сравнению с натурными и позволяют минимизировать их количество, а также дают возможность выявить недостатки разрабатываемых систем на этапе конструкторской проработки [1, 2].

Генерация имитационных изображений в видимой области спектра не является серьёзной проблемой, в отличие от аналогичной задачи в ИК диапазоне [3]. Среди существующих технологий создания имитационных ИК изображений можно

выделить два направления: 1) основанное на использовании тепловых технологий, 2) основанное на широтно-импульсной модуляции (ШИМ) ИК потока.

В настоящей работе представлены различные способы генерации имитационных ИК изображений и даны рекомендации по построению стендов имитационного моделирования.

Создание имитационных изображений на основе тепловых технологий

Тепловые технологии включают использование тонкопленочных, мостовых и мембранных излучающих сопротивлений, а также других элементов, генерирующих потоки ИК излучения за счет термодинамической температуры [2]. Примером применения тепловых технологий являются системы серии MIRAGE производства фирмы “Santa-Barbara Infrared (SBIR)” (США). На сайте разработчика представлены различные варианты исполнения таких систем [4]. Точечные резистивные излучатели малых размеров в проекторе динамических сцен MIRAGE-XL организованы в массив элементов с шагом пикселя 48 микрометров, а сам массив производится на подложке способом монолитографии. Генерация требуемого ИК изображения осуществляется изменением тока, проходящего через каждый излучатель.

Сборник трудов международной конференции «Прикладная оптика-2018», 2018. Том 2. С. 169–171.

6. Yang Yang, Shi Nuo, Lang Zhou, Chang Xu, Li Zhang, Yanghong Li, Xin Wang, Zhuo Li. A high spatial resolution infrared scene projector // *Proceedings Volume 9618, 2015 International Conference on Optical Instruments and Technology: Optical Systems and Modern Optoelectronic Instruments*; 96180C (2015) <https://doi.org/10.1117/12.2191984>.

7. Гибин И.С., Козик В.И., Нежевенко Е.С. Источники излучения для проекторов инфракрасных сцен // *Прикладная физика*, 2019, № 2. С. 67–73.

8. TI DLP® technology / [электронный ресурс]. – URL: <http://www.ti.com/dlp-chip/overview.html>

9. Хадсон Р. Инфракрасные системы. – М.: Мир, 1972, С. 76.

10. Barnard K.J., Boreman G.D., Pape D.R. Crosstalk model of a deformable mirror-based infrared scene projector // *Opt. Eng.* 1994. 33, Iss. 1. DOI: 10.1117/12.153159.

11. Jia X., Xing T. Optical design for digital-micromirror device-based infrared scene projector // *Proc. SPIE.* 2007. 6722. 6722Q. DOI: 10.1117/12/782890.

12. Dupuis J.R., Mansur D.J., Grant S., Newbry S.P. Contrast analysis for DMD-based IR scene projector // *Proc. SPIE.* 2012. 8356. 835603. DOI: 10.1117/12.917686.

13. Qiao Y., Xu X., Pan Y., Li Y. Research on DMD infrared scene projector with a high contrast ratio infrared prism design // *Optik – Intern. Journ. Light and Electron Opt.* 2014. 125, N 22. P. 6854–6859. DOI: 10.1016/j.ijleo.2014.07.115.

14. Васильев Д.Ю., Курт В.И., Алешко Е.И., Егошин Д.А. Микрозеркальное проекционное устройство // Сборник трудов XI Международной конференции «Фундаментальные проблемы оптики-2019», 2019. С. 189–191.

15. Васильев Д.Ю., Курт В.И., Егошин Д.А. Исследования устройства имитации фоно-целевой обстановки // Сборник материалов 45-й научно-технической конференции молодых ученых и специалистов военных метрологов «Актуальные задачи военной метрологии», 2020. С. 36–39.

Literature:

1. Gibin I.S., Kolesnikov G.V. Modern devices of parameter measurement and system testing of infrared photodetectors (review) // *Uspekhi prikladnoy fiziki*, 2014. Vol. 2, No. 3. P. 293–302. [in Russian].

2. Gibin I.S., Kolesnikov G.V., Nezhevenko Y.S. Analysis of dynamic scene generation schemes in testing thermal

imaging devices // *Avtometriya.* 2011 47, No. 6. P. 34–38. [in Russian].

3. Gibin I.S., Kozik V.I., Nezhevenko Y.S. Image generation in the infrared range based on micromirror technologies // *Avtometriya.* 2020. Vol. 56, No. 1. P. 3–12. [in Russian].

4. Mirage™ Dynamic IR Scene Projectors / [digital source]. – URL: <https://sbir.com/dynamic-ir-scene-projectors/>

5. Vasilyev D.Y., Kurt V.I., Aleshko Y.I., Yegoshin D.A. Background and target conditions simulation table // *Collected papers of the international conference “Applied Optics 2018”*, 2018. Vol. 2. P. 169–171. [in Russian].

6. Yang Yang, Shi Nuo, Lang Zhou, Chang Xu, Li Zhang, Yanghong Li, Xin Wang, Zhuo Li. A high spatial resolution infrared scene projector // *Proceedings Volume 9618, 2015 International Conference on Optical Instruments and Technology: Optical Systems and Modern Optoelectronic Instruments*; 96180C (2015) <https://doi.org/10.1117/12.2191984>.

7. Gibin I.S., Kozik V.I., Nezhevenko Y.S. Radiation sources for infrared scene projectors // *Prikladnaya fizika*, 2019, No. 2. P. 67–73. [in Russian].

8. TI DLP® technology / [digital source]. – URL: <http://www.ti.com/dlp-chip/overview.html>

9. Hudson R. Infrared Systems. – Moscow: Mir, 1972, P. 76 [in Russian].

10. Barnard K.J., Boreman G.D., Pape D.R. Crosstalk model of a deformable mirror-based infrared scene projector // *Opt. Eng.* 1994. 33, Iss. 1. DOI: 10.1117/12.153159.

11. Jia X., Xing T. Optical design for digital-micromirror device-based infrared scene projector // *Proc. SPIE.* 2007. 6722. 6722Q. DOI: 10.1117/12/782890.

12. Dupuis J.R., Mansur D.J., Grant S., Newbry S.P. Contrast analysis for DMD-based IR scene projector // *Proc. SPIE.* 2012. 8356. 835603. DOI: 10.1117/12.917686.

13. Qiao Y., Xu X., Pan Y., Li Y. Research on DMD infrared scene projector with a high contrast ratio infrared prism design // *Optik – Intern. Journ. Light and Electron Opt.* 2014. 125, N 22. P. 6854–6859. DOI: 10.1016/j.ijleo.2014.07.115.

14. Vasilyev D.Y., Kurt V.I., Aleshko Y.I., Yegoshin D.A. Micromirror projector // *Collected papers of the conference “Fundamental Problems of Optics 2019”*, 2019. [in Russian].

15. Vasilyev D.Y., Kurt V.I., Yegoshin D.A. Research into a background and target conditions simulation device // *Collected materials of the 45th scientific and technical conference of young scientists and experts in military metrology “Topical issues of military metrology”*, 2020. P. 36–39. [in Russian].

**СНИЖЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ОШИБОК ТРАЕКТОРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ,
ПОЛУЧЕННЫХ НА БАЗЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ**
**REDUCTION OF DYNAMIC ERRORS OF TRAJECTORY MEASUREMENT COMPLEXES USING ALGORITHMS
FOR PROCESSING MEASUREMENT INFORMATION BASED ON DYNAMIC MOTION MODELS**

Кузнецов А.А., Жуков Ю.О., Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж)
Kuznetsov A.A., Zhukov Yu.O., Military training and research center of the Air force
«Air force academy named after N.E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin» (Voronezh)
e-mail: smithaa@yandex.ru, yur1jzh@yandex.ru
tel. +7(903)656-23-32; +7(926)981-88-92

Представлены полученные на основе динамических моделей движения уравнения алгоритмов обработки измерительной информации траекторных измерительных комплексов. Приведены результаты статистического моделирования разработанных алгоритмов, подтверждающие их состоятельность. Применение разработанных алгоритмов в траекторных измерительных комплексах позволит снизить динамические ошибки измерений координат маневрирующих летательных аппаратов.

Algorithms for processing the measurement information of trajectory measuring complexes obtained on the basis of dynamic motion models are presented. The results of statistical modeling of the developed algorithms are presented, confirming their consistency. The application of the developed algorithms in trajectory measuring complexes will reduce the dynamic errors of measurement of coordinates of maneuvering aircraft.

Ключевые слова: траекторные измерения, модель движения, динамические ошибки, сопровождение, фильтрация, экстраполяция, объединенный принцип максимума, маневрирование.

Keywords: trajectory measurements, motion model, dynamic mistakes, accompaniment, tracking, filter, combined maximum principle, maneuvering.

В настоящее время объем измерений при выполнении работ в процессе жизненного цикла вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) настолько велик, что достигает 70–90 % [1]. При этом измерения, которые выполняются при осуществлении деятельности в сфере обороны и безопасности государства [2], необходимо осуществлять с использованием средств измерений (СИ) утвержденного типа, что обеспечивает необходимое качество измерений.

В то же время при испытаниях такого вида вооружения и военной техники как летательные аппараты (ЛА), ведущую роль играет измерительный комплекс (ИК), предназначенный для получения информации о параметрах функционирования испытываемых объектов, от характеристик точности которого зависит достоверность оценки тактико-технических характеристик (ТТХ) испытываемых ЛА. Составной частью такого ИК является траекторный измерительный комплекс (ТИК). ТИК должен обеспечивать непрерывное измерение координат ЛА, являющегося объектом испытаний (ОИ), а также допускать оперативную обработку результатов измерений в темпе поступления измерительной информации с целью использования ее для управления летным экспе-

риментом [3]. На испытательных полигонах такие задачи решаются с помощью различных технических систем (комплексов) полигонов (ТСКП), например, таких как радиолокационная станция «Кама» различных модификаций.

Так сложилось, что ТСКП, осуществляющие измерение координат ЛА в процессе испытаний, не относятся к СИ утвержденного типа и установление официально уполномоченным органом пригодности таких средств к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям не проводится [4]. Метрологическое обеспечение (МО) таких средств сводится к проверке СИ, необходимых для контроля их параметров, и не позволяет реально оценить точность измерения координат ЛА.

Однако, далее такое положение дел в области полигонных измерений в скором времени должно претерпеть изменения в виду реализации Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года [5], направленной на: достижение требуемой точности, достоверности и сопоставимости результатов измерений; обеспечение эффективности научных исследований, опытно-

Таблица 1 – Результаты статистического моделирования

| Показатели качества сопровождения | | Траектория 1 | Траектория 2 | Траектория 3 | Траектория 4 |
|---|---|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| $\sigma_{\hat{q}_1}(t), м$ | α - β фильтр | 72,2 | 354,4 | 163,7 | 171,3 |
| | ФКЗ | 41,1 | 160,8 | 113,4 | 101,5 |
| | алгоритм ООПД | 33,8 | 135,5 | 92,3 | 90,4 |
| | алгоритм ЭК с КП | 38,6 | 132,5 | 93,7 | 82,9 |
| Выигрыш в точности оценки $\hat{q}_1(t)$ алгоритма ООПД, % | в сравнении с α - β фильтром | 53,1 | 61,7 | 43,6 | 47,2 |
| | в сравнении с ФКЗ | 17,7 | 15,7 | 18,6 | 10,9 |
| Выигрыш в точности оценки $\hat{q}_1(t)$ алгоритма ЭК с КП, % | в сравнении с α - β фильтром | 46,5 | 62,6 | 42,7 | 51,6 |
| | в сравнении с ФКЗ | 6,0 | 17,5 | 17,3 | 18,3 |
| $\sigma_{\hat{q}_2}(t), рад$ | α - β фильтр | $13,0 \cdot 10^{-3}$ | $7,9 \cdot 10^{-3}$ | $2,5 \cdot 10^{-3}$ | $22,5 \cdot 10^{-4}$ |
| | ФКЗ | $8,2 \cdot 10^{-4}$ | $2,7 \cdot 10^{-3}$ | $10,2 \cdot 10^{-4}$ | $13,7 \cdot 10^{-4}$ |
| | алгоритм ООПД | $6,7 \cdot 10^{-4}$ | $2,3 \cdot 10^{-3}$ | $9,4 \cdot 10^{-4}$ | $11,1 \cdot 10^{-4}$ |
| | алгоритм ЭК с КП | $7,2 \cdot 10^{-4}$ | $2,2 \cdot 10^{-3}$ | $8,3 \cdot 10^{-4}$ | $11,5 \cdot 10^{-4}$ |
| Выигрыш в точности оценки $\hat{q}_2(t)$ алгоритма ООПД, % | в сравнении с α - β фильтром | 48,4 | 70,8 | 62,8 | 50,6 |
| | в сравнении с ФКЗ | 18,2 | 14,8 | 7,8 | 18,9 |
| Выигрыш в точности оценки $\hat{q}_2(t)$ алгоритма ЭК с КП, % | в сравнении с α - β фильтром | 44,6 | 72,1 | 67,1 | 48,8 |
| | в сравнении с ФКЗ | 12,1 | 18,5 | 18,6 | 16,0 |

Следует отметить, что разработанные алгоритмы существенно превосходят по точности α - β фильтр. Это обусловлено склонностью α - β фильтра к расходимости при величине ускорения сближения $a > 10$ м/с² и наличием противоречия при выборе коэффициентов α и β [16]. Кроме того полученные алгоритмы функционируют при существенно меньших вычислительных затратах.

Представленные в настоящей статье алгоритмы обработки измерительной информации могут быть реализованы в дальнейшем в ТИК в виде методик выполнения измерений, реализаций которых позволит повысить точность измерений координат ЛА. Последнее достигается за счет того, что модель объекта измерений, положенная в основу АОИИ является более адекватной объекту измерений – реальному процессу движения испытываемого ЛА.

Литература:

1. Тихонов А. Точность возведенная в абсолют / А. Тихонов // Красная звезда. – 2016. – 24 апреля.
2. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] / Система ГА-РАНТ. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12161093>. (дата обращения 27.06.2020).
3. Иванющенко А.С. Информационное обеспечение испытаний летательных аппаратов / А.С. Иванющенко, В.В. Пирожник, Ю.Н. Третьяков. – М.: Знание, 2013. – 724 с.
4. ГОСТ Р 8.568-2017 ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2018. – 16 с.
5. Стратегия обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года. [утв. Распоряжением правительства Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. № 737-р]. – М.: «Стандартинформ», 2017. – 48 с.
6. Верба В.С. Авиационные комплексы радиолокационного дозора и наведения. Принципы построения,

проблемы разработки и особенности функционирования. М: «Радиотехника», 2014. – 528 с.

7. Кузьмин С.З. Основы проектирования систем цифровой обработки радиолокационной информации / С.З. Кузьмин. – М.: Радио и связь, 1986. – 352 с.

8. Blom H.A.P. The Interacting Multiple Model Algorithm for Systems with Markovian Switching Coefficients / H.A.P. Blom, Y. Bar-Shalom // IEEE Trans. Automatic Control. Vol. 33. № 8. 1989. – P. 780–783.

9. Костоготов А.А., Кузнецов А.А., Лазаренко С.В., Ценных Б.М. Анализ функционирования фильтра объединенного принципа максимума при сопровождении маневрирующей цели // Труды XII всероссийского совещания по проблемам управления. ВСПУ-2014, Москва ИПУ РАН, 16–19 июня 2014. С. 3378–3388.

10. Васин В.А. Информационные технологии в радиотехнических системах: учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / В.А. Васин, И.Б. Власов, Ю.М. Егоров; под ред. И.Б. Федорова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 768 с.

11. Костоготов А.А., Костоготов А.И., Лазаренко С.В. Объединенный принцип максимума в задачах оценки параметров движения маневрирующего летательного аппарата // Радиотехника и электроника. – 2009. – № 4 (54). – С. 450–457.

12. Студер Ф., Фарина А. Цифровая обработка радиолокационной информации. М.: Радио и связь. 1993. – 319 с.

13. Маркеев А.П. Теоретическая механика. М. Наука, 1990. – 416 с.

14. Андрашитов Д.С., Костоготов А.А., Лазаренко С.В., Кузнецов А.А., Пугачев И.В., Жуков Ю.О. Динамическая фильтрация методом объединенного принципа максимума // Информация и Космос, Информатика, вычислительная техника и управление. 2018. – С. 70–74.

15. МИ 2174-91 Рекомендация. ГСИ. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения. НПО «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева». – Санкт-Петербург: 1992. – 16 с.

16. Шатовкин Р.Р. Моделирование функционирования системы управления вооружением истребителя в режиме радиолокационного молчания: монография / Р.Р. Шатовкин. – Воронеж: Издательство ВАИУ, 2010. – 328 с.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ, ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ
И ВОЗРАСТАЮЩАЯ РОЛЬ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ (6-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»)
DEVELOPMENT PROSPECTS, INNOVATIONS IN THE FIELD OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT
AND THE INCREASING ROLE OF METROLOGICAL SUPPORT OF THE ARMED FORCES OF THE RUSSIAN
FEDERATION (6-TH INTERNATIONAL MILITARY-TECHNICAL FORUM «ARMY-2020»)**

*Плотников А.В., к.т.н., Надеин В.В., к.п.н., доцент, Щеглов Д.М., Надеина О.В., к.п.н.,
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Plotnikov A.V., k.t.s., Nadein V.V., k.p.s., Shcheglov D.M., Nadeina O.V., k.p.s.,
FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation
tel. 8-985-277-04-73, 8(495)596-01-00, 8(495)586-23-88*



Форум АРМИЯ-2020 – выдающееся событие в жизни российского общества и Вооруженных сил Российской Федерации, представляющий собой комплексное мероприятие, которое помимо основной экспозиции включало в себя специальные проекты – Международную выставку высокопроизводительного оборудования и технологий для перевооружения предприятий ОПК «Интеллектуальные промышленные технологии 2020» и специализированную экспозицию «Инновационный клуб».

В рамках Форума состоялась масштабная научно-деловая программа, объединяющая более 180 мероприятий различных форматов по основным тематическим направлениям Форума.

Демонстрационная программа Форума традиционно стала невероятно зрелищным событием, продемонстрировавшим мощь российского вооружения, военной и специальной техники. На мероприятии присутствовало 92 делегации, сотни участников, 1,5 тысячи компаний, 28 тысяч образцов техники и вооружения были продемонстрированы не только на Форуме, но и в 14 субъектах РФ, впервые – на Чукотке, Курилах. «Многочисленные гости смогут увидеть возможности наших вооруженных сил, познакомиться с новейшими достижениями отечественной и зарубежной оборонной промышленности, с успешными проектами международной кооперации», – сказал президент России Владимир Путин в день открытия Форума «АРМИЯ-2020».

В рамках научно-деловой программы Международного военно-технического форума «АРМИЯ-2020» Управлением метрологии Вооруженных Сил Российской Федерации (Управление метрологии) проведен круглый стол на тему «Ме-

трологическое обеспечение вооружения, военной и специальной техники».

В работе Круглого стола приняли участие представители центральных органов военного управления, научно-исследовательских, испытательных и образовательных организаций Минобороны России и представители ОПК.

Главный научный метрологический центр (Главный центр) также принимал участие в Форуме «АРМИЯ-2020».



Работа Круглого стола

На Форуме «АРМИЯ-2020» участникам Круглого стола от Главного центра для обсуждения были представлены доклады по следующим вопросам:

особенности метрологического обеспечения технических средств службы горюче-смазочных материалов;

метрологическое обеспечение систем контроля за наличием, движением и расходом горюче-смазочных материалов;

разработка метрологического комплекса (МК ГСМ) для поверки и контроля СИ, применяемых в службе горючего, и проблемы, связанные с особенностями его применения;

метрологическое обеспечение комплексов заправки разгонных блоков, основанных на многопорционном весовом дозировании;

особенности метрологического обеспечения системы контроля за наличием, движением и расходом горюче-смазочных материалов на кораблях и судах;

Михаилом Конюховым был предложен метод передачи единицы плоского угла от транспортируемых эталонов плоского угла к теодолитам и тахеометрам электронным с использованием системы плоских зеркал и основного закона отражения света, позволяющий осуществлять поверку геодезических угломерных приборов (ГУП) в реальных условиях эксплуатации.



Установка для поверки геодезических угломерных приборов – часть экспозиции Главного центра

Для реализации данного метода разработана установка для поверки геодезических угломеров, предназначенная для передачи единицы плоского угла ГУП в горизонтальной и вертикальной плоскостях от транспортируемого эталона плоского угла методом непосредственного сличения.

Предложенный метод позволяет осуществлять поверку ГУП в реальных условиях их эксплуатации, что позволит повысить оперативность и эффективность применения транспортируемых эталонов плоского угла.

Антоном Фокиным впервые предложены метод косвенных измерений частотных параметров цезиевых АЛТ и метод повышения точности вычисления значения нестабильности резонансной частоты АЛТ.

На Форуме «АРМИЯ-2020» Управлением метрологии также были представлены следующие экспозиции:

Метрологический комплекс по поверке средств измерений службы горячего (МК ГСМ), предназначенный для обеспечения автоматизированной бездемонтажной поверки в местах эксплуатации:

- средств измерений из состава автоматизированных систем контроля ГСМ;
- счетчиков жидких нефтепродуктов в составе топливозаправщиков;
- горизонтальных и вертикальных резервуаров;
- топливных баков автобронетанковой техники;
- автотопливозаправщиков, автоцистерн, цистерн-прицепов и полуприцепов-цистерн.

Отличительной особенностью метрологического комплекса является то, что в качестве пове-

рочной среды при поверке используется реальное топливо (керосин, дизельное топливо).

МК ГСМ оснащен прикладным программным продуктом, который обеспечивает:

- автоматизацию процесса поверки;
- обработку результатов поверки и измерений с индикацией полученных результатов;
- выполнение процедур, предусмотренных методами измерений/поверки в автоматизированном и ручном режимах;
- сохранение результатов поверок во внутреннюю базу данных с возможностью выгрузки данных на внешнюю USB-Flash карту;
- экспорт результатов поверки в формате xls и формирование протоколов поверки.

МК ГСМ разработан впервые и предназначен для оснащения региональных центров метрологии и мастерских ремонта службы горячего центров материально-технического обеспечения.

В качестве другой экспозиции была представлена подвижная лаборатория измерительной техники ПЛИТ-А2-4/4М (ПЛИТ), предназначенная для поверки, регулировки и текущего ремонта средств измерений, учета технического состояния средств измерений, планирования работ по поверке, регулировке и текущему ремонту средств измерений, учета и отчетности по проделанной работе.

Область применения ПЛИТ – метрологическое обеспечение техники в местах ее расположения. Также она необходима для оптимизации парка (замены устаревших образцов) подвижных метрологических комплексов.

Демонстрационная программа Международного форума «АРМИЯ -2020» включала в себя мероприятие по показу образцов продукции, представленной на выставке предприятиями ОПК и Министерством обороны Российской Федерации, а также динамический показ боевых возможностей российских средств ПВО и много новинок вооружения и техники.

Основной целью проведения форума и выставки «АРМИЯ-2020» являлось создание условий для эффективного поиска инновационных исследований, разработок и технологий в интересах обороны и безопасности государства с целью последующего внедрения в перспективные образцы вооружения и военной техники, а также содействие повышению эффективности жизнедеятельности, строительства, подготовки и применения Вооруженных Сил, подведомственных организаций и предприятий Минобороны России, обеспечению их потребностей в материальных средствах, продукции и услугах общего назначения.

NDT RUSSIA

**20-я Международная выставка оборудования для неразрушающего контроля, 27–29 октября 2020
Москва, Крокус Экспо**



Международная выставка NDT Russia – самое масштабное в России и странах ближнего зарубежья событие в области неразрушающего контроля. Участники выставки имеют возможность

предложить свою продукцию широкой аудитории специалистов, заинтересованных в закупке оборудования для неразрушающего контроля.

В этом году в выставке примут участие более 80 компаний, которые представят оборудование для **осуществления неразрушающего контроля во всех отраслях промышленности**: металлообработка, машиностроение, авиа- и судостроение, химическая и нефтехимическая, атомная, оборонная, космическая промышленность, электроэнергетика, а также в строительстве, здравоохранении, фармацевтике и других отраслях.

Российские научно-производственные предприятия, представительства зарубежных компаний-производителей и ведущие поставщики продемонстрируют **оборудование для осуществления всех видов неразрушающего контроля**, в том числе будут представлены: оптический, рентгеновский, радиационный, ультразвуковой, визуальный, акустико-эмиссионный, тепловой, вихретоковый, капиллярный, магнитопорошковый, электрический, контроль качества покрытий, контроль изоляции и катодной защиты, контроль проникающими веществами, контроль герметичности, газовый анализ, цифровая и компьютерная радиография, а также металлографическое, измерительное оборудование, оптические микроскопы, анализаторы сплавов металлов, геодезическое оборудование, дистанционные лазерные детекторы, датчиковая аппаратура, поворотные видеокамеры для спецтехники, автомобилей, катеров.

Посещение выставки NDT Russia предоставляет уникальную возможность протестировать оборудование прямо на стендах участников и при необходимости заказать **и сертификацию приборов и систем по индивидуальным требованиям**.

Наряду с оборудованием участники выставки предлагают **услуги по НК и ТД**. Посетители выставки смогут проконсультироваться с техническими специалистами компаний-участников и найти надежных партнеров для проведения технической диагностики на предприятии.

XIII ВСЕРОССИЙСКАЯ

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБОРОНЫ
И БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
18–19 ноября 2020 г.**

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

1. Состояние и развитие законодательства об обеспечении единства измерений, нормативно-правовых и методических основ обеспечения единства измерений в войсках (силах) и организациях ОПК, метрологического обеспечения ВВСТ и процессов их создания и эксплуатации.

2. Совершенствование организационной структуры и деятельности метрологических служб и метрологических организаций (подразделений) Вооруженных Сил, других войск, воинских формирований и органов, организаций ОПК и Росстандарта, решающих задачи в области обороны и безопасности государства, повышение качества координации их деятельности.

3. Состояние и развитие технической базы метрологического обеспечения в области обороны и безопасности государства по всей номенклатуре единиц величин, диапазонам и точности измерений. Проблемные вопросы импортозамещения и развития отечественной приборостроительной отрасли.

4. Стратегия обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года применительно к области обороны и безопасности государства и ход ее выполнения.

5. Повышение эффективности системы обоснования, задания и оценки выполнения требований к метрологическому обеспечению образцов и комплексов ВВСТ, обязательной метрологической экспертизы и метрологической экспертизы ВВСТ и технической документации на них.

6. Состояние, особенности организации и функционирования системы испытаний, утверждения типа и поверки средств измерений и эталонов единиц величин в области обороны и безопасности государства. Проблемные вопросы и пути их решения.

7. Место и роль измерений параметров ВВСТ и процессов их создания, а также метрологического обеспечения измерений в создании результативных и эффективных систем менеджмента качества организаций ОПК и обеспечении качества выполнения заданий ГОЗ.

Планируются заказные пленарные доклады и проведение круглого стола по обсуждению актуальных проблем метрологического обеспечения.

Место проведения конференции:

ФГАУ «КВЦ «Патриот». По Минскому шоссе – до указателя «Парк Патриот» (55-й км. Минского шоссе)

Адрес организационного и программного комитетов
141006, Московская обл., г. Мытищи, ул. Комарова, д. 13. Телефоны: 8(495)586-97-56, 8(495)583-99-58;
E-mail: 32gnii@mil.ru

В зависимости от состояния эпидемиологической обстановки в период проведения конференции возможно ее проведение в заочном формате, о чем участникам, подавшим заявки, будет сообщено дополнительно. Будет организована доставка участников конференции в КВЦ «Патриот». Организационный взнос не требуется.