

ВМ 4/2022 (Основан в 2005 году)

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 23.09.2022 г. за № 442).

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:

Надеин В.В., к.п.н., доцент,
Крупская Д.Л.

Адрес редакции: 141006, г. Мытищи
Московской обл., Олимпийский
проспект, владение 12, строение 1

Адрес для переписки, размещения
рекламы и приобретения журнала
«Вестник метролога»:

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

Тел./факс (495) 586–23–88; (495)586-01-00.
E-mail:32gniii_vm@mail.ru

Отпечатано ООО «ПРИНТ»

Юридический адрес:125413, Россия,
г. Ижевск,

Сдано в набор 03.11.2022

Подписано в печать 21.11.2022

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

Бачурин Д.П., к.т.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Проблемные вопросы компьютерного моделирования взамен
натурных испытаний 3

*Семёнов А.А., к.т.н., ВКА им. А.Ф. Можайского,
Дворов А.Н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России*
Методика получения значений сигнал-шум на выходе
синтезированной антенной решетки ультразвукового стенда
при наличии активной помехи 7

*Новиков А.Н., к.т.н., доцент, Военно-космическая академия
имени А.Ф.Можайского*
Определение параметров метрологического обслуживания
средств измерений по технико-экономическому критерию 12

*Базанчук Г. А., МГТУ имени Н.Э. Баумана, Кураков С.В.,
Пронякин В.И., д.т.н., профессор, МГТУ имени Н.Э. Баумана*
Исторические этапы развития и становления
метрологического обеспечения в авиации 19

Радиотехнические измерения

*Голик А.М., д.т.н., Толстуха Ю.Е., к.в.н., Санкт-Петербургский
военный институт войск национальной гвардии,
Дворников С.В., д.т.н., Военная академия связи,
Клейменов Ю.А., д.т.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России,
Суслин А.В., к.в.н., Балтийский государственный технический
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»*
Измерение временных оценок в доплеровских каналах связи
космического сегмента 26

Научно-технические обзоры материалов конференций, симпозиумов

Оптические и оптико-физические измерения

*Надеин В.В., к.п.н., доцент, Воейко А.А.,
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России*
Новые научные задачи и способы их эффективного
применения в области лазерной, оптической и
оптоэлектронной техники ведущих предприятий России 33

Перечень научных статей, опубликованных в 2022 году 38

Прейскурант на 2023 год 40

VM 4/2022

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

«Vestnik Metrologa»

Scientific and technical journal

By the solution of VAK of 18.12.2017 it is
included in «The list of the reviewed
scientific

publications in which have to be the main
scientific results of theses for a degree of
the candidate of science, for a degree of the
doctor of science are published» («List»...
of 23.09.2022 for No. 442).

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.
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, Mytischii
Moscow obl., Olympic avenue, possession
12, construction 1

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

telephone/fax (495) 586-01-00;
(495) 586-23-88.

E-mail: 32gniii_vm@mail.ru

It is Printed by OOO «Print»

Legal address: 426035, Russia, Izhevsk,

Timiryazeva st., 5.

telephone (3412) 56-95-53

The Circulation

300 copies

ISSN 2413-1806 Are Registered
in Federal service on control in sphere relationship, information
technology and mass communication. Certificate about registrations PI
№ FS77-60016 from November 21, 2014 Material of the journal take
seats on put Scientific electronic library and are included in national
information-analytical system RINC

CONTENTS

Common questions of a metrology

*Bachurin D.P., c.t.s., Federal State Budgetary Institution
«Metrology Scientific Head Center» Russian Federation Ministry
of Defense*

Problematic issues of computer simulation instead

of full scale tests 3

*Semyonov A.A., c.t.s., Military Space Academy named after
A.F. Mozhaisky, Dvorov A.N., Federal State Budgetary Institution
«Metrology Scientific Head Center» Russian Federation Ministry
of Defense*

Methods of the reception of importances signal-noise on leaving
the synthesized antenna lattice of the ultrasonic stand at presence
of the active hindrance 7

*Novikov A.N., c.t.s., Military Space Academy named
after A.F. Mozhaisky*

Determination parameter metrological servicing the facilities
of the measurements on technical-economic criterion 12

*Bazanchuk G.A., Bauman Moscow State Technikal University,
Kurakov S.V., Bauman Moscow State Technikal University,
Pronyakin B.I., d.t.s., professor, Bauman Moscow State Technikal
University*

The history stages of the development and formations
of the metrological provision in aviations 19

Measurements of radio engineering quantities

*Golik A.M., d.t.s., Tolstuha Yu.E., c.m.s., SANKT-PETERSBURG
military order of Zhukov institute of the troopses to national guard,
Dvornikov S.V., d.t.s., Military Academy of Communication,
Kleymenov Yu. A., Doctor of Technical Sciences, FSBI «MSHC»
Russian Federation Ministry of Defense, Suslin A.V., c.m.s., Baltic
State Technical University*

Time estimates measurement in space segment doppler
communication channels 26

Scientific-technical reviews material Conference symposium

Optic and optic-physical measurements

*Nadein V.V., k.p.s., Voeiko A.A., FSBI «MSMC» of the Ministry of
Defense of the Russian Federation*

The new scientific problems and ways their efficient using in the
field of lazer, optical and optic-physical technology of the leading
enterprise to Russia 33

List scientific publication in 2022 38

Price list for 2023 40

**ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ
PROBLEMATIC ISSUES OF COMPUTER SIMULATION INSTEAD OF FULL SCALE TESTS**

*Бачурин Д.П., к.т.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Bachurin D.P., c.t.s., Federal State Budgetary Institution «Metrology Scientific Head Center»
Russian Federation Ministry of Defense
тел. 8(495)586-25-77
Dbach1@yandex.ru*

Аннотация: Проведен анализ нормативных документов, по результатам которого определены основные нормативные проблемы признания компьютерного моделирования взамен натуральных испытаний

Annotation: The analysis of regulatory documents was carried out, the results of which identified the main regulatory problems of recognition of computer simulation instead of full-scale tests

Ключевые слова: программное обеспечение, компьютерное моделирование, виртуальные испытания, нормативные проблемы.

Keywords: software, computer simulation, virtual tests, regulatory issues.

Введение

Развитие средств вычислительной техники и программирования позволило значительно упростить решение огромного количества прикладных и технических задач за счет внедрения механизмов автоматизации. Применение программного обеспечения при решении задач метрологического обеспечения позволяет автоматизировать решение задач сбора результатов измерений, их преобразования в требуемые единицы измеряемых величин, дальнейшей обработки, хранения и представления результатов измерений пользователям. Кроме того, достигнутые в настоящее время характеристики электронных вычислительных машин позволяют проводить с минимальными временными затратами моделирование функционирования как отдельных элементов, так и разрабатываемых изделий при воздействии различных факторов, что сделало возможным значительно удешевить и упростить процессы разработки, а также создало предпосылки к применению моделирования взамен натуральных испытаний изделий.

В соответствии с [1] модель для испытаний – это изделие, процесс, явление, математическая модель, находящиеся в определенном соответствии с объектом испытаний и (или) воздействиями на него, и способные замещать их в процессе испытаний. В общем случае модель для испытаний может включать в себя следующие составные части:

– модель изделия. Модель изделия должна как минимум описывать само изделие, то есть

его физические свойства материалов, габаритные размеры элементов изделия, подвижность элементов изделия и др. Например, при моделировании работы реактивных двигателей модели содержат описание камеры сгорания (материалов, свойств материалов, геометрических размеров и др.), описание топлива и так далее;

– модель условий испытаний. Данная модель должна описывать процессы, возникающие в ходе функционирования изделия в различных режимах при воздействии на изделие различных внешних факторов, включая взаимодействие элементов изделия. Например, для рассматриваемого реактивного двигателя это могут быть описание процесса подачи топлива (давление подачи, соотношение окислителя и восстановителя и др.), процесса горения топлива (процесса горения, параметров температурного расширения, температуры и др.), параметров заполнения продуктами горения, формирования и выхода реактивной струи, процесса взаимодействия газов с материалами двигателя, процессы реакции материалов на горение топлива, описание изменения различных динамических параметров в ходе работы двигателя, таких как вибрации, импульсы тяги и т.д.

– модель получения параметров применения изделия. Например, для турбовентиляторных авиационных двигателей это может быть описание получения необходимого усилия от тяги двигателя.

грешность определяется как разность между результатом функционирования испытуемого программного обеспечения и экспериментальными данными и эталонными результатами, полученными по другим сертифицированным версиям программного обеспечения для компьютерного моделирования данного типа, или содержащимися в утвержденных документах по стандартизации, предусмотренных законодательством Российской Федерации. При этом требования к погрешностям эталонных результатов, либо к показателям точности сертифицированных программных продуктов, критерии их задания, аналогичные критериям системы обеспечения единства измерений, в подавляющем большинстве случаев, отсутствуют.

В стандартах не учитывается, что погрешности программ для моделирования в общем случае будет проявляться как случайная величина, соответственно будет иметь систематическую и случайную составляющие. Кроме того, остается вопрос о стационарности статистических характеристик погрешности программного обеспечения ввиду наличия эффекта накопления погрешности [6, 7].

Обобщив сказанное, можно констатировать, что в настоящее время сложилась техническая и нормативная основа применения компьютерного моделирования на различных стадиях жизненного цикла. Вместе с тем, для признания результатов моделирования взамен натуральных испытаний, выполняемых в интересах государственных заказчиков продукции, необходимо внести изменения в основополагающие нормативные правовые акты: федеральные законы об обеспечении единства измерений и о техническом регулировании в целях определения на законодательном уровне возможности проведения цифровых (виртуальных) испытаний и виртуальных измерений, а также установления требований к ним. Кроме того, потребуется разработка подзаконных нормативных актов, определяющих порядок регулирования проведения цифровых (виртуальных) испытаний и виртуальных измерений.

Литература

1. ГОСТ 16504–81 Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. – М: Издательство стандартов, 1991
2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. N 1632-р
3. План мероприятий по направлению нормативное регулирование программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержден Правительственной комиссией по использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности (протокол от 18 декабря 2017 г. № 2).
4. Федеральный закон 2008 г. №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
5. Федеральный закон 2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании».
6. Кудеяров Ю.А. Испытания (тестирование) программного обеспечения средств измерений. Учебное пособие. М. АСМС, 2017. – 138 с.
7. Бачурин, Д.П. Модель погрешности измерений, выполняемых с применением программного обеспечения/ Д.П. Бачурин // Научно-технический журнал «Вестник метролога» № 2, 2018. С. 22–25.
8. ГОСТ 8.381–2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны. Способы выражения точности. – М.: Стандартиформ, 2011. – 19 с.
9. ГОСТ 8.009–84 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – М.:Стандартиформ, 2006. – 26 с.
10. ГОСТ Р 8.883–2015 Государственная система обеспечения единства измерений. Программное обеспечение средств измерений. Алгоритмы обработки, хранения, защиты и передачи измерительной информации. Методы испытаний. – М.:Стандартиформ, 2016. – 16 с.
11. ГОСТ Р 57700.1–2017 Численное моделирование для разработки и сдачи в эксплуатацию высокотехнологичных промышленных изделий. Сертификация программного обеспечения. Требования. – М.:Стандартиформ, 2018. – 10 с.

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ СИГНАЛ-ШУМ НА ВЫХОДЕ СИНТЕЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СТЕНДА ПРИ НАЛИЧИИ АКТИВНОЙ ПОМЕХИ

METHODS OF THE RECEPTION OF IMPORTANCES SIGNAL-NOISE ON LEAVING THE SYNTHESIZED ANTENNA LATTICE OF THE ULTRASONIC STAND AT PRESENCE OF THE ACTIVE HINDRANCE

Семёнов А.А., к.т.н., ВКА им. А.Ф. Можайского,
Дворов А.Н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Semyonov A.A., k.t.s., Military Space Academy named after A.F.Mozhaisky, Dvorov A.N.,
Federal State Budgetary Institution «Metrology Scientific Head Center» Russian Federation Ministry of Defense

Аннотация: Рассматривается методика получения значений сигнал-шум на выходе синтезированной антенной решетке ультразвукового стенда при наличии активной помехи. Данная методика использует алгоритм реализации сценария эксперимента, который имеет пространственные корреляционные зависимости в процессе обработки радиолокационной информации в ультразвуковом локационном стенде. Учитывается, что при формировании процедуры измерений, пространственное положение передатчика и углового отражателя также вносит вклад в оценку полученных данных, что и положение источника помехи, которое напрямую влияет на формирование результата. Приводятся примеры полученной информации о положении углового отражателя по данным ультразвукового локационного стенда при непосредственном помеховом воздействии. Рассмотренная методика позволяет проводить исследования по оценке влияния активных помех и шумов на алгоритмы работы и процессы функционирования реальных радиолокационных станций на базе ультразвукового локационного стенда.

Annotation: The method of obtaining signal-to-noise values at the output of the synthesized antenna array of an ultrasonic stand in the presence of active interference is considered. This technique uses an algorithm for implementing the experimental scenario, which has spatial correlations in the process of processing radar information in an ultrasonic location stand. It is shown that when forming the measurement procedure, the spatial position of the transmitter and the angle reflector also contributes to the evaluation of the data obtained, as does the position of the interference source, which directly affects the formation of the result. Examples of the received information about the position of the corner reflector according to the ultrasonic location stand data with direct interference are given. The considered technique makes it possible to conduct research to assess the effect of active interference and noise on the algorithms of operation and functioning processes of real radar stations based on an ultrasonic location stand.

Ключевые слова: ультразвуковой локационный стенд, активная помеха, диаграмма направленности, отношение сигнал-шум.

Keywords: ultrasonic location stand, active interference, radiation pattern, signal-to-noise ratio..

Введение

Внедрению новых технических решений в современные радиолокационные станции (РЛС) предшествует ряд этапов, начиная от выбора принципов построения, проектирования, создания опытного образца и кончая натурными испытаниями, позволяющими определить характеристики станции и оценить эффективность ее применения в различных условиях.

Несмотря на возможность современных методов цифровой обработки, как станции в целом, так и отдельных ее элементов в лабораторных условиях, роль натурных испытаний неоспорима, так как именно при этом полностью или частично выявляются особенности взаимодействия испытуемого объекта с окружающей средой, определяются эксплуатационные характеристики, а в отдельных слу-

чаях устанавливаются новые физические явления, приводящие к его существенным доработкам [1].

Большинство основных характеристик РЛС количественно определяются величиной отношения сигнал-шум на входе приемника. Естественно, чем больше это отношение, тем выше вероятность правильного обнаружения, точность оценки измеряемых параметров и разрешающая способность РЛС [2]. Воздействие различного рода помех приводит к уменьшению отношения сигнал-шум, поэтому возможность правильного обнаружения помехи и дальнейший ее учет в алгоритмах РЛС вызывает интерес как теоретического и экспериментального, так и практического характера. Однако проведение реальных натурных исследований по оценке информации о помеховой обстановке в зоне работы РЛС не всегда

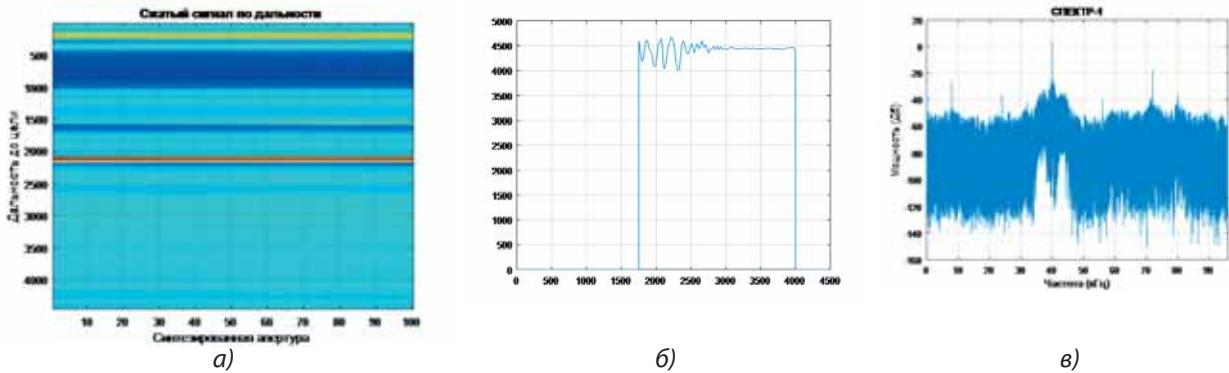


Рисунок 8 – мощность 10 %

Вывод

В данной работе представлена реализация исследования влияния помехи на физические процессы локации при помощи полунатурного моделирования. Представленные корреляции позволяют оценить возможность дальнейших направлений развития исследований, что является более доступным и экономически выгодным по сравнению с реальными радиолокационными системами.

Литература

1. Козлов А.В., Косынкин А.И., Мороз А.В., Пименов В.Ф., Сахно И.В. Моделирование многопозиционной радиолокационной системы с синтезированной апертурой антенны с использованием ультразвукового диапазона длин волн // «Труды XXVIII Всероссийского симпозиума «Радиолокационное исследование природных сред». СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2013, выпуск № 10, т. 1. С.419–429.
2. Козлов А.В., Косынкин А.И., Мороз А.В., Сахно И.В., Пименов В.Ф. Технология и результаты полунатурного моделирования в условиях ультразвукового полигона системы цифровой обработки траекторного сигнала РЛС ОЗП, использующей различные типы сложных широкополосных зондирующих сигналов // «Труды XXX Всероссийского симпозиума «Радиолокационное исследование природных сред». СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2017, выпуск № 11, т. 2. С. 51–63.
3. Звонарев В.В., Мороз А.В., Шерстюк А.В. Методика оценивания характеристик диаграммы направленности ультразвукового локатора в режиме синтезирования апертуры антенны // «Труды Московского авиационного института». М.: МАИ, 2019, выпуск № 106. С. 33–45.
4. Макаренков В.В., Мороз А.В., Сахно И.В., Семёнов А.А., Дворов А.Н. Методика формирования диаграммы направленности и расчета отношения сигнал-шум на выходе синтезированной антенной решетки ультразвукового локационного стенда в условиях помехового воздействия // «Вестник метролога». Менделеево: ВНИИФТРИ, 2021, выпуск № 3. С. 28–33.

References

1. Kozlov A.V., Kosynkin A.I., Moroz A.V., Pimenov V.F., Sakhno I.V. Modelirovaniye mnogopozitsionnoy radiolokatsionnoy sistemy s sintezirovannoy aperturoy anteny s ispolzovaniyem ultrazvukovogo diapazona dlin voln [Modeling a multi-position radar system with a synthetic aperture antenna using the ultrasonic wavelength range]. «Proceedings of the XXVIII All-Russian Symposium «Radar study of natural environments». St. Petersburg: «Military space Academy named after A. F. Mozhaisky» publ., 2013, issue no. 10, vol. 1. P. 419–429.
2. Kozlov A.V., Kosynkin A.I., Moroz A.V., Sakhno I.V., Pimenov V.F. Tekhnologiya i rezul'taty polunaturalnogo modelirovaniya v usloviyakh ultrazvukovogo poligona sistemy tsifrovoy obrabotki trayektorного сигнала RLS OZP, ispolzuyushchey razlichnyye tipy slozhnykh shirokopolosnykh zondiruyushchikh signalov [The technology and results of semi-natural modeling in the conditions of an ultrasonic polygon of the system for digital processing of the trajectory signal of the OZP radar, using various types of complex broadband sounding signals]. Proceedings of the XXVIII All-Russian Symposium «Radar study of natural environments». St. Petersburg: «Military space Academy named after A. F. Mozhaisky» publ., 2017, issue no. 11, vol. 2. P. 51–63.
3. Zvonarev V.V., Moroz A.V., Sherstyuk A.V. Metodika otsenivaniya kharakteristik diagrammy napravlenosti ultrazvukovogo lokatora v rezhime sintezirovaniya apertury anteny [Methodology for evaluating the characteristics of the directional pattern of an ultrasonic locator in the mode of synthesizing the antenna aperture]. «Proceedings of the Moscow Aviation Institute». Moscow: «Moscow Aviation Institute» publ., 2019, no. 106. P. 33–45.
4. Makarenkov V.V., Moroz A.V., Sakhno I.V., Semenov A.A., Dvorov A.N. Method of formation of a directional diagram and calculation of the signal-to-noise ratio at the output of a synthesized antenna array of the ultrasonic location stand under interference conditions // Mendeleevo: «Vestnik Metrologa» publ., 2021, no. P. 28–33.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ПО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОМУ КРИТЕРИЮ
DETERMINATION PARAMETER METROLOGICAL SERVICING THE FACILITIES OF THE MEASUREMENTS
ON TECHNICAL-ECONOMIC CRITERION**

Новиков А.Н., к.т.н., доцент, Военно-космическая академия
имени А.Ф.Можайского
Novikov A.N., c.t.s., Mozhaysky Military Space Academy
тел.: +7 (904) 602-04-83,
e-mail: vka@mil.ru

Аннотация: Предложенные в работе выражения позволяют перейти от найденных из модели индивидуального прогнозирования изменения погрешности средств измерений оценок параметров прогнозирующей функции к прогнозированию вероятности их метрологической исправности. Показан способ формирования целевой функции удельных суммарных затрат, которая включает удельные затраты на метрологическое обслуживание и ущерб от применения средств измерений в метрологически неисправном состоянии. Приведено описание решения задачи оценивания оптимального значения интервала между поверками средств измерений с учетом ограничений на вероятность их метрологической исправности.

Abstract: The expressions proposed in the paper make it possible to move from the estimates of the predictive function found from the model of individual prediction of the change in the error of measuring instruments to the prediction of the probability of their metrological serviceability. The method of forming the target function of specific total costs, which includes the specific costs of metrological maintenance and damage from the use of measuring instruments in a metrologically faulty state, is shown. A description of the solution of the problem of estimating the optimal value of the interval between verifications of measuring instruments is given, taking into account restrictions on the probability of their metrological serviceability.

Ключевые слова: средства измерений, вероятность метрологической исправности, функция удельных суммарных затрат, интервал между поверками.

Keywords: measuring instruments, probability of metrological serviceability, unit total cost function, interval between verifications.

Успешность развития космической отрасли зависит от надежности и готовности к применению космических систем и комплексов (далее – КСК). Анализ состава технических средств КСК показывает, что существенную их долю составляют средства измерений (далее – СИ). В связи с этим достижение высоких значений показателей надежности возможно только при условии реализации всего комплекса мероприятий метрологического обеспечения образцов КСК на всех этапах их жизненного цикла [1]. Для обеспечения требуемой точности и достоверности результатов измерений параметров и характеристик КСК в метрологических органах организуется метрологическое обслуживание СИ. Метрологическое обслуживание является одной из составляющих метрологического обеспечения КСК и включает в себя поверку и ремонт СИ. Одним из действенных способов сокращения количества метрологически неисправных СИ, находящихся в эксплуатации, является своевременное изъятие их из обращения.

С этой целью нормативной документацией устанавливаются интервалы между поверками СИ (далее – ИМП).

Известно, что первичное значение ИМП устанавливается при проведении испытаний СИ в целях утверждения типа. При этом погрешность определения оптимального значения ИМП достигает десятков процентов [2]. Так как длительность испытаний для достаточно точного назначения первичного ИМП должна быть более 10 лет, что является нецелесообразным, то основное внимание следует уделять не назначению первичного значения ИМП, а его корректировке в процессе эксплуатации. Научное обоснование метода корректировки ИМП является одной из приоритетных задач в этом направлении.

Анализируя научные исследования и руководящие документы в указанной предметной области [3–10], следует отметить, что за последние десятилетия была проделана довольно большая и последовательная работа. Каждому новому поколению

Таким образом, найдено решение задачи оценивания оптимального значения ИМП СИ с учетом ограничений на вероятность метрологической исправности СИ (1).

Заключение

Исходными данными в предложенной модели оценки оптимального значения ИМП СИ служат: прогноз изменения вероятности метрологической исправности; расходы на метрологическое обслуживание СИ и каждого поверяемого им СИ; нечеткие функции, показывающие величину ущерба от применения СИ в состоянии метрологического отказа, зависящие от величины погрешности. На основе этих исходных данных с применением настоящей модели оценивается оптимальное значение ИМП СИ по технико-экономическому критерию. Предложенная модель позволяет найти четкую оценку значения ИМП СИ.

Научная новизна результатов работы заключается в дополнении существующего научно-методического аппарата определения оптимального интервала между поверками средств измерений на этапе эксплуатации по следующим аспектам:

- модели определения граничных значений показателя (уровень вероятности метрологической исправности, суммарные удельные затраты на эксплуатацию), на основе которого корректируется ИМП СИ, позволяют учесть «ответственность» измерений, обеспечиваемых с помощью применяемого СИ с представлением множества решений в нечеткой форме;

- алгоритм перехода от найденных по известным экспертным моделям определения граничного значения (уровня) вероятности метрологической исправности и уровня суммарных удельных затрат на эксплуатацию СИ с использованием принципа обобщения Заде нечетких решений к четкой оценке оптимального значения ИМП СИ, позволяет снизить требования к необходимому объему статистических исходных данных.

Литература

1. Чапоргин В.С., Панов Д.В., Поморцев П.М. Состояние и перспективы развития системы метрологического обеспечения ракетно-космической техники // Мир измерений. – 2013. – № 9. – С. 3–7.
2. Новицкий П.В., Зограф И.А., Лабунец В.С. Динамика погрешностей средств измерений. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд.-ние. – 1990. – 192 с.

3. Фридман А.Э. Теория метрологической надежности средств измерений. // Измерительная техника – 1991. – № 11 – С. 3–10.

4. Фридман А.Э. Метрологическая надежность средств измерений и определение межповерочных интервалов. // Метрология. – 1991. – № 9 – С. 52–61.

5. Беляев Б.М., Новиков В.В., Фридман А.Э. Порядок назначения и корректировки межповерочных интервалов средств измерений. // Метрология. – 1991. – № 9 – С. 46–52.

6. Гродницкий С.Р., Кайсин В.В. Оптимизация межповерочных интервалов средств измерений по экономическому критерию с учетом отказов всех видов. // Надежность и контроль качества – 1989. – № 4 – С. 28–33.

7. Харин В.Н. Повышение метрологической надежности средств измерений // материалы международной научно-практической конференции «САКС-2001» Красноярск: 2001. С. 137–138.

8. Харин В.Н. Метод обоснования объема и периодичности проверок средств измерений военного назначения по фактическому состоянию // материалы научной технико-экономической конференции «Прикладные проблемы эксплуатации и применения ракетно-космической техники» – СПб.: ВКУ, 2002.

9. Жаднов В.В. Методы повышения достоверности оценки межповерочных интервалов электронных измерительных приборов // Качество. Инновации. Образование. – 2015. – № 11 (126). – С. 20 – 27.

10. Гусеница Я.Н., Шерстобитов С.А., Малахов А.В. Метод обоснования межповерочных интервалов средств измерений // Научно-технические проблемы в космических исследованиях Земли. – 2016. – Т. 8. – № 1. – С. 44 – 48.

11. Новиков А.Н., Кравцов А.Н., Ширямов О.А. Математическая модель прогнозирования изменения значимости критической составляющей погрешности рабочего эталона единицы величины с учетом априорной информации // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. – 2018. – Вып. 656. – С. 198 – 203.

12. Гродницкий С.Р. Критерии оптимизации межповерочных интервалов средств измерений. // Измерительная техника. – 1991. – № 10 – С. 8–11.

13. Беляев Б.М., Вересков А.И., Новиков В.В., Шевырев А.В. Определение оптимальных сроков метрологического обслуживания средств измерений. // Измерительная техника – 1991. – № 12 – С. 49–51.

14. Миронов А.Н. Теоретические основы и методы многомодельного прогнозирования долговечности сложных военно-технических систем космического назначения. – МО РФ, 2000. – 430 с.

15. Новиков А.Н. Алгоритм индивидуального прогнозирования предельных экономически целесообразных сроков эксплуатации измерительных комплексов // Вестник СибГУТИ. – 2016. – № 4. – С. 19–24.

16. Заде Л. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений. // Математика сегодня: Пер. с англ. – М.: Знание, 1974. – С. 5 – 49.

17. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 166 с.

ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В АВИАЦИИ THE HISTORY STAGES OF THE DEVELOPMENT AND FORMATIONS OF THE METROLOGICAL PROVISION IN AVIATIONS

Г.А. Базанчук, С.В. Кураков, В.И. Пронякин, д.т.н., профессор,
МГТУ имени Н.Э. Баумана
G.A. Bazanchuk, S.V. Kurakov, B.I. Pronyakin, d.t.s., professor,
Bauman Moscow State Technical University

Аннотация: Статья направлена на популяризацию метрологии – науки об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, а также способах достижения требуемой точности. Эта научная и прикладная область знаний крайне востребована сегодня, поэтому в статье обобщен опыт преподавания курса «Метрология. Стандартизация. Сертификация» с помощью инженеров и технических специалистов «ОКБ Сухого». В статье рассмотрено применение метрологических расчетов в повседневной практике авиаконструкторов информационно-управляющих систем летательных аппаратов.

Abstract: The article is directed on popularization metrologies – a sciences about measurements, method and facility of the provision their unity, as well as way of the achievement required to accuracy. This scientific and application area of the knowledges is extremely claimed today so in article is generalised experience of the teaching the course «Metrology. The Standardization. Sertifikation» by means of engineer and technical specialist «DDO Suhoi». Using metrological calculation is considered In article in everyday practical person aircraft designer information-controlling systems of the flying machines.

Ключевые слова: авиационная метрология, средства измерения в авиационной метрологии, авионика, информационно-управляющая система, погрешности и точность процессов.

Keywords: aircraft metrology, facility of the measurement in aircraft metrology, avioniks, information-controlling system, inaccuracy and accuracy of the processes.

Введение

В основе деятельности по метрологическому обеспечению объектов и процессов лежит метрология как наука и область практической деятельности, предметом которой является обеспечение единства измерений, проводимых практически во всех областях жизни общества. Наука метрология имеет давнюю историю, и авторы в данной статье хотели бы показать, как абсолютно новые направления технического прогресса, с одной стороны, требуют участия современных метрологов в решении многочисленных инженерных задач, а с другой стороны, сами новации привносят новые принципы и алгоритмы в теоретическую и практическую метрологию [1]. Так, например, в конце XIX – начале XX века в мире стали появляться и бурно развиваться новые области технических знаний, например, воздухоплавание – с точки зрения истории, сравнительно молодая отрасль человеческой деятельности. И очень скоро начинающим авиаторам потребовалась научная поддержка и метрологическое обеспечение полетов, что привело к созданию вначале простых средств измерения и авиаприборов (секундо-

меры, анемометры, барометры, расходомеры и др.), а в последствии определило развитие всей отрасли приборостроения для летательных аппаратов и созданию профильных метрологических служб. Можно выразиться и по-другому: теоретические изыскания в новой области деятельности и решение конкретных практических задач, например – возможность сверхдальних перелетов, привели к дополнительному развитию научных основ метрологии и способствовали её выделению в самостоятельную область технического знания [2].

Зарождение авиационной метрологии

Началом нового раздела науки можно смело считать день, когда русский ученый Д. И. Менделеев провел физические измерения и наблюдения, находясь в корзине воздушного шара (рисунок 1). Свой самый знаменитый полёт главный метролог Российской Империи осуществил седьмого августа 1887 года в подмосковном Клину на воздушном шаре, который назывался патриотично – «Русский». Профессор Менделеев решил подняться в небесную высь для того, чтобы наблюдать полное солнечное затмение. К восьми часам утра аэростат достиг выс-

шей точки – 3800 метров. Учёный выполнил целый ряд атмосферных измерений и наблюдений за небесным явлением. Пролетев над землей около 100 километров, шар с Менделеевым благополучно приземлился близ деревни Спас-Угол.



Рисунок 1 – Воздушный шар «Русский», на котором Д. И. Менделеев 7 августа 1887 г. совершил полёт.

Надо отметить, что, занимаясь исследованиями упругости газов ещё в 70-х годах XIX века, Д. И. Менделеев столкнулся с необходимостью весьма точного определения атмосферного давления. Работа с очень точным, но весьма сложным и громоздким ртутным барометром была крайне трудоёмкой, потому ученый решил определять не абсолютную величину атмосферного давления, а точное значение его изменения. С этой целью он и создал дифференциальный барометр, который можно считать первым отечественным средством измерения, имеющим отношение к воздушной стихии и к авиационной метрологии в частности (рисунок 2).



Рисунок 2 – Высотомеры из музея-архива Д. И. Менделеева в СПбГУ. Изготовлены по заданию ученого в 1875–1876 гг. в мастерских механиков Брауэра и Рихтера. Ссылка: <https://spbu.ru/universitet/muzei-i-kollekcii-spbgu/muzey-arhiv-d-i-mendeleeva>

В 1908 г. в Санкт-Петербурге был образован Всероссийский аэроклуб. Этот клуб стал проводить демонстрации полётов на самолётах иностранных марок. Процесс распространения авиации охватил всю Россию. Первые демонстрационные полё-

ты летательных аппаратов тяжелее воздуха привлекали к себе всеобщее внимание – так авиация входила в жизнь людей. В России были организованы первые авиационные предприятия.

Н.Е. Жуковского называют отцом русской авиации совершенно обоснованно. Его исследования стали базовыми для дальнейших открытий в истории авиации. Николай Егорович разработал оптимально экономичные способы горизонтального полёта; сформулировал теорему о количественной величине подъёмной силы крыла, определил основные профили крыльев и лопастей винта самолёта; разработал вихревую теорию воздушного винта. А еще создал математический аппарат для решения задач обтекания крыла; установил закон распределения скорости у лопасти винта, ставший теоретической основой для проектирования воздушных винтов. Интересно, что при таком глубоком научном изучении вопросов воздухоплавания Жуковский не любил летать. Только однажды на всемирной выставке в Париже он поднялся на небольшую высоту на воздушном шаре, но плохо себя чувствовал. Больше ученый не поднимался в воздух никогда, зато летать училась плеяда его учеников и последователей, среди которых известные ученые и конструкторы авиационной техники – С. А. Чаплыгин, В.П. Ветчинкин, В.Я. Климов, Б.С. Стечкин, А. Н. Туполев, П. О. Сухой, А.А. Микулин, Г. М. Мусьянин, К.А. Ушаков, Б. Н. Юрьев и др.

До 1911 г. основной боевой задачей самолётов было наблюдение за противником с воздуха. Но уже тогда проводились первые опыты поражения целей. Сбрасывание предметов (в виде апельсинов) на корабль позволило определить точность попадания в цель с учётом высоты полёта, скорости самолёта и силы ветра. Затем применялось сбрасывание снарядов на контур корабля, который был обозначен на земле. Развитие бомбардировочной деятельности авиационных отрядов помогло перейти к более широкому использованию прицелов для бомбометания. По поручению Комиссии по воздушной артиллерии Н. Е. Жуковский разработал таблицы для бомбометания с самолётов, в которых были установлены углы упреждения при сбрасывании бомб в зависимости от скорости самолета. В аэродинамической лаборатории ИМТУ ученый исследовал аэродинамические свойства десяти принятых на вооружение авиабомб калибром от 5 до 409 кг (рисунок 3).



Рисунок 3 – Н. Е. Жуковский и его ученики – К. А. Ушаков, Г. М. Мусинянц и В. П. Ветчинкин – в лаборатории ИМТУ на испытании бомб. Фото из архива музея МГТУ им. Н. Э. Баумана

Николай Егорович первым в России создал начало теории бомбометания с аэропланов. В «Лекциях по баллистике» и «Теории бомбометания с аэропланов» Н. Е. Жуковский приводит метод определения траектории и скорости бомбы, когда сопротивление воздуха пропорционально квадрату скорости, дает способ учета изменения плотности воздуха с высотой. В этих работах рассмотрены различные практические способы бомбометания и прицельные устройства Толмачева, Стечкина и Лебедево (рисунок 4). В сентябре 1915 г. Жуковский выступил в Московском математическом обществе с докладом «К теории бомбометания с аэроплана», изложив основы разработанной и экспериментально проверенной теории точности бомбометания [3].

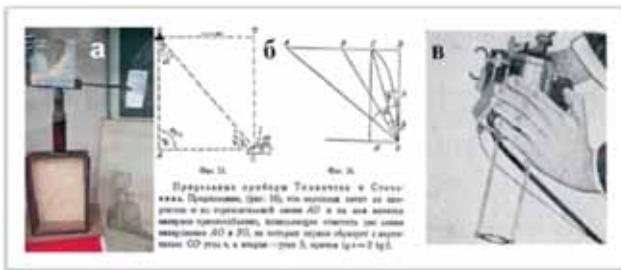


Рисунок 4 – а) Анемометр (прибор для измерения скорости ветра), разработанный В. П. Ветчинкиным – Памятник науки и техники I категории в экспозиции музея МГТУ им. Н. Э. Баумана; б) схемы работы прицельных приборов Толмачева и Стечкина и в) прибор Лебедево в статье Н. Е. Жуковского «Бомбометание с аэропланов», 1916 г.

В то время наибольшей популярностью у фронтовых летчиков пользовался прицельный прибор для метания бомб с аэроплана системы штабс-ка-

питана Толмачева. Прибор состоял из специального секундомера со шкалой высот и лампочкой, укрепленного на браслете, который летчик надевал на левую руку, и визирного приспособления примитивного типа в виде четырех шпилек, вбитых в гондолу. Секундомер предназначался для указания момента сбрасывания бомбы после предварительного двукратного визирования на цель. По отзыву комиссии военного ведомства, осматривавшей прицел, секундомерное приспособление было «очень компактно, удобно в обращении, хорошо выполнено». Комиссия признала принцип действия прицела «теоретически правильным, конструкцию – остроумной, а манипуляции – простыми». Аналогичным был прибор Б. С. Стечкина (ученика и племянника Н. Е. Жуковского), который состоял из угольника с двумя визирными линиями и секундомера. Манипуляции с ним были почти теми же, что и с прибором Толмачева. По словам Жуковского, «... часы Толмачева отличаются от часов Стечкина тем, что имеют только одну стрелку, изменяющую направление движения от нажима кнопки. Прибор Стечкина просто переделывается из обыкновенного секундомера с двумя стрелками».

Становление авиационной метрологии

Материалом для этой части в большей степени послужили печатные работы Владимира Евстафьевича Фоменко, ветерана Вооруженных Сил, полковника, в течение 15 лет руководившего метрологической службой Центральной базы измерительной техники ВВС [2]. Его две замечательные статьи «Становление отечественной авиационной метрологии» и «Военная метрология на службе безопасности полётов» из журнала «Мир измерений», [1, 2] . могут служить убедительным примером, как недавний опыт прошлого изучается, осваивается и обрабатывается молодыми студентами – будущими метрологами. В. Е. Фоменко предоставил читателям и пользователям понятный и подробный исторический материал, лучше, пожалуй, будет сложно написать.

Итак, с развитием авиации на борту самолёта стали появляться первые измерительные приборы. В 1919 г. на самолёте «Авро-504» был установлен единственный прибор – тахометр (счётчик оборотов двигателя (рисунок 5). Остальные параметры полёта: скорость, высоту, крен, исправ-

ность работы двигателя и ориентировку по отношению к аэродрому лётчик должен был определять без приборов по интуиции и полагаясь на память. Отсутствовала и связь с землёй.



Рисунок 5 – Типовой вид кабины пилота I Мировой войны с одним единственным тахометром.

В 1934 г. в Советской России была разработана и испытана первая отечественная радиолокационная станция «РУС-1» (радиоуправлятель самолётов – первый), принятая на вооружение в 1939 г (рисунок 6). Дальность обнаружения воздушных целей с помощью этой станции достигала 120 км. На самолётах появились радиостанции, радиоконпасы, автопилоты и гирокомпасы, фотоаппараты и прицелы, внутреннее и наружное освещение, механизмы для уборки шасси.

Практическая метрология в авиации всегда играла важную роль. Например, многочисленные измерения дают возможность рассчитать количество горючего для совершения полёта, обеспечить посадку и приземление в условиях отсутствия видимости, поразить точечные цели с большой высоты и выполнить другие специфические задачи авиации.

За годы Великой Отечественной войны бортовое оборудование самолётов получило очень серьёзное развитие (рисунок 7). Были разработаны сложные измерительные системы управления стрелково-пушечным вооружением, нашли своё

массовое применение радионавигационные системы [4].

В послевоенный период развития советского самолётостроения перед авиационной промышленностью встали новые, более сложные задачи по разработке новых схем летательных аппаратов, реактивных двигателей, нового бортового оборудования и вооружения. Тогда основным направлением в развитии Военно-воздушных сил (ВВС) стал переход от поршневой к реактивной авиации. Самолёты и вертолёты нового поколения оснащались мощным бомбардировочным и стрелково-пушечным вооружением, управляемыми ракетами класса «воздух – воздух» и бортовыми радиолокационными прицелами. Вместе с новой авиационной техникой на эксплуатацию поступали принципиально новые точные системы и комплексы бортового и наземного оборудования. По этой причине резко возрос парк измерительных приборов, применяемых при обслуживании авиационной техники. Это привело к значительному повышению требований к точности измерений параметров авиационной техники и средств её наземного обслуживания при проведении предполётной и послеполётной подготовки летательных аппаратов, а также при выполнении профилактических и регламентных работ.

Проверка парка измерительной техники воинских частей, предприятий, учреждений и заведений ВВС была возложена на созданные специальные метрологические лаборатории. Она осуществлялась как в стационарных условиях, так и на выезде в авиационных гарнизонах. В качестве приоритетной была поставлена задача проведения основного объёма поверочных и регулировочных работ непосредственно на аэродромах, на местах эксплуатации измерительной техники



а)



б)

Рисунок 6 – а) Передатчик и б) приемник РУС-1 «Ревень» – первый советский серийный радиолокатор. Принят на вооружение в 1939 году, использовался войсками ВНОС РККА. Произведено 45 комплектов.



Рисунок 7 - Выше - панель приборов биплана У-2, справа - кабина и панель приборов самолета ИЛ-2.

Ещё в 1970 г. в годовом отчёте комиссии Конгресса США согласно справке Национального бюро стандартов, говорилось: "...мы получили хороший урок во Второй мировой войне, когда нам пришлось собирать истребители США в Австралии. Там мы столкнулись с проблемой подачи горючего. Допуски на магистрали выражались в долях дюйма. В то время австралийский, британский и американский дюймы несколько отличались по величине. По официальным данным, из-за этого мы потеряли за короткий период больше самолётов, чем было сбито врагами, прежде чем эта причина была обнаружена". Таков результат недооценки роли метрологии в те годы.

Метрологическая служба настойчиво добивалась от специалистов других служб организации надлежащего ухода и обслуживания самой измерительной техники. Ведь от достоверности проводимых с её помощью измерений зависит качество работы всех систем бортового оборудования. Такое отношение к измерительной технике сохраняется и в наши дни.

Влияние метрологов на качество и надёжность авиационной техники не ограничивается этапом эксплуатации, а проявляется и в ходе процесса создания авиационной техники. Начинается оно ещё на стадии подготовки технической документации, разрабатываемой конструкторами и технологами. На этом этапе специалистами-метрологами тщательно проверяется, какие средства предусматриваются для контроля, обеспечат ли они необходимую точность измерения параметров техники при её эксплуатации. Весомый вклад в повышение качества и надёжности парка специальных измерительных приборов внесли работы по метрологической экспертизе нормативно-технической документации, начатые в 1957 г. силами специалистов-

метрологов ВВС [5]. В дальнейшем эти работы были расширены и метрологической оценке стали подвергаться образцы бортового оборудования летательных аппаратов, а затем и авиационные комплексы в целом.

Полёт на современных скоростных самолётах без помощи специальных технических средств стал невозможен. Установленные на борту системы и комплексы не только помогают лётчику, но иногда даже заменяют его в управлении летательным аппаратом.

Раньше военные аэродромы оборудовались системами посадки самолётов, в состав которых входили дальние и ближние приводные радиостанции (рисунок – 8). Предполагалось, что эти радиостанции с гарантией обеспечат выполнение заключительного этапа полёта – благополучной посадки самолёта на аэродром. Но в связи с тем, что радиостанции работали ненадёжно, в лётной практике при плохой погоде встречались даже такие случаи, когда истребители заходили на посадку не вдоль, а поперёк взлётно-посадочной полосы. Особую тревогу вызывало состояние радиотехнического оборудования: при допуске на отклонение частоты, равным 50 Гц, контрольные измерения обнаруживали фактическое отклонение частоты на величину 1000 Гц и даже более. В этих условиях радиокompас самолёта давал настолько неверные показания, что лётчик, образно говоря, «терял» аэродром. В отсутствие видимости земли возникла аварийная ситуация, которая могла привести к непредсказуемым последствиям. Нередко так и происходило. Для уменьшения влияния человеческого фактора на результаты измерений специалисты метрологической службы проводили занятия с личным составом по правилам применения измерительных приборов непосредственно

на рабочих местах и тем самым способствовали внедрению метрологической культуры в войска. Принятые экстренные меры позволили значительно повысить точность работы приводных радиостанций военных аэродромов и надёжность работы систем посадки летательных аппаратов, что явилось существенным вкладом метрологов в дело обеспечения безопасности полётов.



Рисунок 8 – Аэродромная КВ-радиостанция. Аэродром Белая, Иркутская обл., 1950-е гг.

Тем не менее случались и авиационные катастрофы. Показательными примерами являются столкновения самолётов в воздухе. Часто причиной этого являлось нарушение основного закона метрологии – не было обеспечено единство измерений.

В 1969 г. в Подмосковье произошло столкновение в воздухе двух военных транспортных самолётов с пассажирами на борту. По показаниям приборов лайнеры летели на разных высотах. Вопреки логике самолёты столкнулись, десятки пассажиров погибли. В состав государственной комиссии, проводившей расследование причин катастрофы, был включен специалист-метролог. Комиссия признала в качестве одной из причин неверные показания бортового высотомера, погрешность которого не обеспечивала соблюдение норм вертикального эшелонирования. Полётными заданиями для экипажей предусматривались высоты полёта, отличающиеся на 300 м, но бортовые высотомеры, работавшие на принципе измерения абсолютного давления, имели слишком большие погрешности.

Для исключения подобных случаев командованием ВВС были приняты срочные меры. Весь комплекс проведённых мероприятий был направлен на повышение достоверности и точности барометрических высотомеров. После тщательной проработки вопроса в том же году был издан приказ главнокомандующего ВВС, согласно которому были поставлены конкретные задачи лётно-

му и инженерно-техническому составу воинских частей и подразделений ВВС, научно-исследовательским учреждениям и предприятиям промышленности, заключены договоры с местными метрологическими организациями на поверку правильности показаний жидкостных барометров и манометров, применяемых в воинских частях и авиационных ремонтных предприятиях ВВС.

Как известно, большую роль для обеспечения безопасности полётов имеет качество и количество авиационного топлива, заправляемого в самолёт. Известен интересный случай, когда в 1984 г. канадский пассажирский самолёт «Боинг-647» произвёл вынужденную посадку на автомобильный полигон после отказа двигателей на высоте 10000 метров по причине полной выработки топлива (рисунок 9). Объяснением этого, казалось бы, невероятного происшествия явилось то, что на самолёте приборы были градуированы в галлонах (1 галлон равен примерно 3,8 л), а приборы канадской компании, заправлявшей самолёт, были градуированы в литрах. Таким образом, горючего было заправлено почти в 4 раза меньше, чем требовалось.



Рисунок 9 – Фотографии канадского «Боинга», который произвел вынужденную посадку на шоссе по причине полной выработки топлива. Материалы прессы 1984 г.

Поддержание авиационной техники в исправном и верном состоянии производится с помощью большого парка рабочих средств измерений, применяемых специалистами всех служб. Если в 1959 г. парк приборов ВВС составлял всего 400 тыс. единиц, то через 16

лет он достиг порядка 3 млн. единиц. По инициативе метрологической службы занятия по основам метрологии стали проводиться с лётным и инженерно-техническим составом авиационных частей.

Авиационная метрология – раздел прикладной и законодательной метрологии, занимающийся обеспечением единства измерений в авиации и метрологическим надзором (контролем), направленным на повышение качества предоставляемых работ и услуг, обеспечение безопасности полетов.

К задачам авиационной метрологии относятся:

- обеспечение единства и требуемой точности измерений при создании, эксплуатации, ремонте авиационной техники (АТ) и средств наземного обслуживания (СНО);

- определение основных направлений деятельности и выполнение работ по метрологическому обеспечению исследований, испытаний, эксплуатации, ремонта АТ и СНО;

- создание эталонов единиц величин и внедрение средств измерений и специальных средств измерений, применяемых для контроля параметров АТ и СНО в процессе эксплуатации и ремонта;

- осуществление метрологического контроля путём поверки и калибровки средств измерений, проверки своевременности представления их на поверку (калибровку);

- осуществление надзора за состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, применяемыми для поверки (калибровки) средств измерений, соблюдением метрологических правил и норм, нормативных документов по обеспечению единства измерений;

- разработка и внедрение нормативных документов, регламентирующих вопросы метрологического обеспечения производственной деятельности ГА;

- испытания и сертификация специальных средств измерений, определение вида их метрологического обслуживания (поверка или калибровка), ведение ведомственного реестра.

Особенности метрологии в авиации являются:

- Непосредственная связь с обеспечением безопасности полетов;

- Обслуживание, кроме средств измерений общего назначения, широкого спектра специальных отраслевых средств.

Ни один вид человеческой деятельности и ни одна искусственная система не свободны от рис-

ков. Безопасность – относительное понятие, предполагающее наличие рисков даже в "безопасной" системе при их (рисков) приемлемом уровне. Соответственно, безопасность рассматривается как результат управления факторами риска – состояние, при котором риски причинения вреда лицам или нанесения ущерба имуществу снижены до приемлемого уровня и поддерживаются на этом либо более низком уровне путём систематического выявления источников опасности и контроля факторов риска.

Разработчики новейших самолётов стремятся обеспечить возможность решать единственному пилоту широкий спектр задач во время полёта. В связи с тем боевая машина в буквальном смысле "напичкана" разного рода и электроникой, результаты работы которой обрабатываются в едином вычислительном ядре. После чего информация выводится на два 15-дюймовых монитора и на индикатор на лобовом стекле истребителя (в случае СУ-57). Информация доступна, начиная от текущей тактической обстановки и заканчивая исправностью машины.

Для сбора информации используются навигационные датчики (для обнаружения целей), радиолокационная станция, система радиотехнической разведки, комплекс средств связи, позволяющий получать информацию от внешнего источника (либо с другого самолета, либо с земли). У каждой из этих систем есть ошибки, которые можно компенсировать программным путем.

Станция радиотехнической разведки устанавливается в различные части самолета. Если ее неправильно установить, она будет вносить систематические ошибки в измерения. Во избежание данных ошибок делают юстировку: выставляют по эталонным значениям систему так, чтобы она не вносила дополнительных ошибок.

Список литературы

1. В. Е. Фоменко. Становление отечественной авиационной метрологии. МИР ИЗМЕРЕНИЙ – 2008/2-С.57
2. В. Е. Фоменко. Военная метрология на службе безопасности полётов. МИР ИЗМЕРЕНИЙ – 2008/6-С.56
3. В. Г. Воробьев, В. В. Глухов, И. К. Кадышев. Авиационные приборы, информационно-измерительные системы и комплексы. Москва, Транспорт 1992 (электронная версия), Главы 1–9 .
4. В.Е. Фоменко. Вклад военных метрологов в Великую Победу //Вестник метролога, 2014, N 3.
5. Д. А. Браславский. «Авиационные приборы и автоматы»- М.: «Машиностроение». 1978.

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ОЦЕНОК В ДОПЛЕРОВСКИХ КАНАЛАХ СВЯЗИ КОСМИЧЕСКОГО СЕКТОРА TIME ESTIMATES MEASUREMENT IN SPACE SEGMENT DOPPLER COMMUNICATION CHANNELS

Голык А.М., д.т.н., Толстуха Ю.Е., к.в.н., Санкт-Петербургский военный институт войск национальной гвардии, Дворников С.В., д.т.н., Военная академия связи, Клейменов Ю.А., д.т.н., ФГБУ «ГНМИ» Минобороны России, Суслин А.В., к.в.н., Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
Golik A.M., d.t.s., Tolstuha Yu.E., c.m.s., St. Petersburg Military Institute of the National Guard forces of the Russian Federation, Dvornikov S.V., d.t.s., Military Academy of Communication, Kleymonov Yu.A., d.t.s., State Scientific Metrological Center, Suslin A.V., c.m.s., Baltic State Technical University

Аннотация: В статье представлен основанный на результатах обработки формируемых функций неопределенности подход к оценке текущего значения несущей частоты сигналов в условиях доплеровского сдвига частоты, имеющего место в широкополосных телекоммуникационных каналах, обусловленного различными скоростями движения корреспондентов и взаимным различием траекторий их движения.

Abstract: The article presents an approach based on the generated ambiguity functions' processing to estimate the current value of the carrier frequency under Doppler frequency shift in broadband telecommunication links due to different counterparts' velocity and mutual trajectories' difference.

Ключевые слова: функция неопределенности, взаимная скорость, доплеровский сдвиг частоты, отклик согласованного фильтра, распараллеливание входного потока, метод наименьших квадратов.

Key words: ambiguity function, mutual velocity, Doppler frequency shift, matched filter response, input parallelizing, least-squares method.

Введение

При организации связи с космическими объектами разработчики радиоаппаратуры неизбежно сталкиваются с проблемой сложности учета эффекта Доплера [1], обусловленной не только различными скоростями движения корреспондентов на различных участках траекторий, но и взаимным различием самих траекторий в пространстве относительно друг друга. При том, что осевое вращение объектов приводит к дополнительным замираниям сигнала [2–4].

Очевидно, что в рассмотренных условиях сложно рассчитывать на обеспечение требуемого качества связи только за счет повышения традиционных параметров радиоаппаратуры, таких как чувствительность приемных устройств и эквивалентная изотропно излучаемая мощность передающих устройств [5]. Применение технологий ортогонального мультиплексирования позволяет частично решать проблему компенсации быстрых замираний, приводящих к межсимвольной интерференции, обусловленных осевым вращением космических объектов [6, 7]. Но обеспечить приемлемое качество радиоканала без учета эффекта Доплера невозможно [8].

В настоящее время научно-методический аппарат оценки смещения частоты несущего колебания, возникающего в условиях эффекта Доплера, разработан и успешно применяется на практике [9, 10]. Однако он в большей степени адаптиро-

ван к условиям работы узкополосных каналов, характерных для инфокоммуникационного обмена воздушных судов. Оценку смещения для широкополосных сигналов, как правило, получают по результатам моделирования возможных ситуаций [11, 12]. Учесть все нюансы, связанные с групповой задержкой спектральных компонентов таких сигналов, достаточно сложно. Причем даже в этом случае успех возможен только при получении точной оценки значения несущей частоты, обусловленной доплеровским эффектом.

Учитывая указанные обстоятельства, в статье представлен подход к оценке текущего значения несущей частоты по результатам обработки формируемых функций неопределенности методом наименьших квадратов.

Оценка доплеровского сдвига частоты от траекторий космических аппаратов

При проведении расчетов траекторий полетов объектов на высоте свыше 100 км необходимо соблюдать законы небесной механики [13], поскольку анализируемые скорости становятся сопоставимыми с космическими.

В частности, при скорости свыше $7,9 \times 10^3$ м/с, направленной по касательной относительно земной поверхности, любой объект становится искусственным спутником, движущимся по круговой орбите над Землей [14]. Вместе с тем при скорости более $11,2 \times 10^3$ м/с, получившей название

- radio emission sources // В сборнике: Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems. 2019. С. 208–219.
8. Королёва К.А. Методика компенсации спектральных искажений, возникающих в радиоканале в результате эффекта Доплера // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. 2017. Т. 7. № 2. С. 158–162.
 9. Куликов Г.В., Зунг Н.В. Влияние погрешностей синхронизации на помехоустойчивость когерентного приема сигналов М-ФМ // Российский технологический журнал. 2019. Т. 7. № 5 (31). С. 47–61.
 10. Дворников С.В., Осадчий А.И., Дворников С.С., Родин Д.В. Демодуляция сигналов на основе обработки их модифицированных распределений // Контроль. Диагностика. 2010. № 10. С. 46–54.
 11. Купряшкин И.Ф., Соколик Н.В. Моделирование дальностно-доплеровских портретов мультикоптеров, формируемых РЛС с непрерывным частотно-модулированным излучением // Журнал радиоэлектроники. 2021. № 3.
 12. Дворников С.В., Дворников С.С., Иванов Р.В., Гулидов А.А., Чихонадских А.П. Защита от структурных помех радиоканалов с частотной манипуляцией // Информационные технологии. 2017. Т. 23. № 3. С. 193–198.
 13. Манухина К.А. Законы Кеплера и законы Ньютона как основы небесной механики // В сборнике: Школа молодых ученых. Материалы областного профильного семинара по проблемам естественных наук. 2019. С. 157–161.
 14. Очков В.Ф., Богомолова Е.П., Иванов Д.А. Движения планет: расчет и визуализация в среде MathCAD или часы Кеплера // Cloud of Science. 2015. Т. 2. № 2. С. 177–215.
 15. Овчинников М.Ю. Динамика и управление перспективными многоэлементными орбитальными системами // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 4–2. С. 255–257.
 16. Дворников С.В., Яхеев А.Ф. Метод измерения параметров кратковременных сигналов на основе распределения Алексева // Информация и космос. 2011. № 1. С. 66–74.
 17. Симонов А.Н., Волков Р.В., Дворников С.В. Основы построения и функционирования угломерных систем координатометрии источников радиоизлучений. – Санкт-Петербург. 2017. 248 с.
 18. Дворников С.В. Демодуляция сигналов на основе обработки их модифицированных частотно-временных распределений // Цифровая обработка сигналов. 2009. № 2. С. 7–11.
 19. Дворников С.В., Кудрявцев А.М. Теоретические основы частотно-временного анализа кратковременных сигналов: монография. СПб.: ВАС, 2010. 240 с.
 20. Ершов Р.А., Морозов О.А. Методы оценки взаимной временной задержки широкополосных сигналов на основе нелинейной цифровой фильтрации // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. 2020. № 1–1. С. 86–87.
 21. Бутырский Е.Ю., Кувалдин И.А., Тарханов В.И., Чалкин В.П. Обобщенная функция неопределенности // Научное приборостроение. 2010. Т. 20. № 2. С. 93–103.
 22. Дворников С.В., Железняк В.К., Храмов Р.Н., Желнин С.Р., Медведев М.В., Симонов А.Н., Сауков А.М. Метод обнаружения радиоизлучений на основе частотно-временного распределения Алексева // Научное приборостроение. 2006. Т. 16. № 1. С. 107–115.
 23. Пахотин В.А., Власова К.В., Симонов Р.В., Петров С.В. Потенциальные возможности метода максимального правдоподобия // Мягкие измерения и вычисления. 2021. Т. 43. № 6. С. 28–44.
 24. Дворников С.В., Крячко А.Ф., Пшеничников А.В. Моделирование радиотехнических систем в конфликтных ситуациях когнитивного характера // В сборнике: Волновая электроника и инфокоммуникационные системы. Сборник статей XXII Международной научной конференции: 2-х частях. 2019. С. 84–89.
 25. Кореньков А.Н. Робастная регистрация облаков точек на основе метода максимального правдоподобия // Оптический журнал. 2016. Т. 83. № 7. С. 3–9.
 26. Дворников С.В., Бородин Е.Ю., Маджар Х., Махлуф Ю.Х. Частотно-временное оценивание параметров сигналов на основе функций огибающих плотности распределения их энергии // Информация и космос. 2007. № 4. С. 41–45.
 27. Ромашенко М.А., Паньчев С.Н., Чирков О.Н. Оптимальные алгоритмы совместной оценки канала радиосвязи и смещения частоты при многолучевом распространении сигнала // Радиотехника. 2019. Т. 83. № 6 (8). С. 156–162.
 28. Дворников С.В., Пшеничников А.В., Аванесов М.Ю. Модель деструктивного воздействия когнитивного характера // Информация и космос. 2018. № 2. С. 22–29.
 29. Дворников С.В., Погорелов А.А., Вознюк М.А., Иванов Р.В. Оценка имитостойкости каналов управления с частотной модуляцией // Информация и космос. 2016. № 1. С. 32–35.



ХІІІ ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «МЕТРОЛОГИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ»

20–22 июня 2023 г.

ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево
Солнечногорского района Московской области

ПРИГЛАШАЕМ К УЧАСТИЮ

Конференция «Метрология в радиоэлектронике» регулярно организуется Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) и Всероссийским научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений (ФГУП «ВНИИФТРИ») с целью поддержания взаимодействия, сотрудничества и междисциплинарных дискуссий профессиональных сообществ метрологов. Конференция предоставляет специалистам и учёным возможность презентации и публикации своих докладов и установления научных и деловых контактов с коллегами из России. Программа конференции предусматривает пленарное заседание, заседания секций с устными докладами и специальные заседания (круглые столы). Конференция проводится очно, место проведения – ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево Солнечногорского района Московской области.

НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Современные тенденции развития радиотехнических и радиоэлектронных измерений:

- развитие радиоэлектронного приборостроения;
- развитие микроэлектроники и радиофотоники;
- освоение терагерцового диапазона частот электромагнитных волн;

- развитие сетей связи нового поколения и применение цифровых сервисов в метрологическом обеспечении радиотехнических измерений;

- развитие эталонов и высокотехнологичных средств измерений;

- развитие средств полунатурного моделирования для испытаний радиотехнических комплексов и систем.

Обеспечение единства радиотехнических и радиоэлектронных измерений:

- измерение мощности электромагнитных колебаний;

- измерение параметров формы, спектра и модуляции радиосигналов;

- измерение характеристик линий и трактов передачи радиосигналов;

- измерение параметров электромагнитного поля и характеристик антенных систем;

- измерение характеристик радиолокационного рассеяния объектов;

- измерение шумовых характеристик радиотехнических устройств;

- измерение объемов передаваемой цифровой информации по каналам Интернет и телефонии.

Метрологическое обеспечение в радиотехнических приложениях:

- измерение параметров цифровых линий связи, включая сети 5G;

- метрологическое обеспечение измерений параметров сложных радиотехнических комплексов и систем;

- измерения радиотехнических параметров в микроэлектронике;

- метрологическое обеспечение испытаний на ЭМС;

- задачи метрологического обеспечения при разработке и испытаниях автоэлектроники;

- метрологическое обеспечение средств измерений при удаленной и дистанционной поверке;

- автоматизация радиотехнических измерений;

- совершенствование нормативно-технической базы в области радиотехнических и радиоэлектронных измерений.

ФОРМЫ УЧАСТИЯ В КОНФЕРЕНЦИИ

- выступление с пленарным докладом;

- выступление с секционным докладом;

- представление стендового доклада;

- публикация описания экспоната (рекламного листа) в материалах конференции;
- демонстрация экспоната;
- участие в конференции (без доклада)

ВАЖНЫЕ ДАТЫ

Прием тезисов докладов, научных статей и рекламы в материалы научно-технической конференции до **20 апреля 2023 г.**

Уведомление авторов о включении в программу конференции до **20 мая 2023 г.**

Предложения в проект Решения и рекламные листы для вложения в раздаточный материал до **05 июня 2023 г.**

Прием заявок на участие (без доклада) завершается **05 июня 2023 г.**

Проведение научно-технической конференции **20–22 июня 2023 г.**

ПРЕДЛОЖЕНИЯ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ

Оргкомитет принимает предложения о проведении специальных заседаний (круглых столов) по тематике конференции. Предложения принимаются до 31 марта 2023 г

ПОДАЧА ЗАЯВОК, ПОДГОТОВКА ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ И СТАТЕЙ

Формы заявок, подробные условия подготовки и подачи тезисов докладов и статей будут опубликованы на сайте: <http://con2023.vniiftri.ru/>

ОРКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель

Донченко Сергей Иванович, генеральный директор ФГУП «ВНИИФТРИ», д.т.н., профессор

Заместитель председателя

Малай Иван Михайлович, заместитель генерального директора ФГУП «ВНИИФТРИ» по радиотехническим и электромагнитным измерениям, д.т.н., доцент

Каминский Олег Викторович, начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ», к.т.н., kaminsky@vniiftri.ru, 8 (495) 526–63–59 доб. 93–12

Апрелев Алексей Викторович, начальник НИО-9 ФГУП «ВНИИФТРИ», к.т.н., aprelev@vniiftri.ru, 8 (495) 526–63–59 доб. 26–03

Клеопин Андрей Владимирович, заместитель начальника НИО-1 по научной работе ФГУП

«ВНИИФТРИ», к.т.н., kleopin@vniiftri.ru, 8 (495) 526–63–54 доб. 91–71

СЕКРЕТАРИАТ

Иванова Татьяна Владимировна itv@vniiftri.ru, 8 (495) 526–63–59 доб. 91–92

Юпатова Мария Алексеевна yupatova_ma@vniiftri.ru, 8 (495) 526–63–59 доб. 90–91

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Донченко С.И., генеральный директор ФГУП «ВНИИФТРИ», д.т.н., профессор;

Малай И.М., заместитель генерального директора ФГУП «ВНИИФТРИ» по радиотехническим и электромагнитным измерениям, д.т.н., доцент;

Кузнецов Д.А., заместитель директора Департамента государственной политики в области технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений Минпромторга России;

Клейменов Ю.А., заместитель начальника ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России по научной работе, д.т.н.;

Семенов В.Н., заместитель директора по научной работе по спецпрограммам Института теоретической и прикладной электродинамики РАН, к.ф.-м.н.;

Монастырев Е.А., генеральный директор АО «НИИПП»;

Заостровных С.А., директор ООО «Планар»;

Миляев П.В., генеральный директор ООО «НПП» ТРИМ СШП Измерительные системы», к.т.н.;

Добычина Е.М., доцент кафедры «Радиофизика, антенны и микроволновая техника» МАИ, д.т.н., доцент;

Джиган В.И., главный научный сотрудник ИППМ РАН, д.т.н., доцент;

Сахаров К.Ю., начальник лаборатории генерирования и измерения параметров электромагнитных импульсов ФГУП «ВНИИОФИ», д.т.н.;

Каминский О.В., начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ», к.т.н.;

Тищенко В.А., заместитель начальника НИО-1 по метрологии ФГУП «ВНИИФТРИ», к.ф.-м.н.;

Беляев В.С., заместитель начальника НИО-9 по научной работе ФГУП «ВНИИФТРИ»;

Клеопин А.В., заместитель начальника НИО-1 по научной работе ФГУП «ВНИИФТРИ», к.т.н.

**НОВЫЕ НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ И СПОСОБЫ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ
В ОБЛАСТИ ЛАЗЕРНОЙ, ОПТИЧЕСКОЙ И ОПТОЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ.
THE NEW SCIENTIFIC PROBLEMS AND WAYS THEIR EFFICIENT USING IN THE FIELD OF LAZER,
OPTICAL AND OPTIC-PHYSICAL TECHNOLOGY OF THE LEADING ENTERPRISE TO RUSSIA.**

*Надеин В.В., к.п.н., доцент, Воейко А.А., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Nadein V.V., k.p.s., Voeiko A.A., FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation
Nadein_vl@mail.ru; Andrew.voeicko@yandex.ru
tel. 8-961-253-86-29*

Ключевые слова: излучение, оптический элемент, спутниковая аппаратура, инерциальные навигационные системы, эталон координат местоположения

Keywords: radiation, optical element, satellite equipment inertial navigational systems, standard of the coordinates of the location

Международная выставка испытательного и контрольно-измерительного оборудования Testing&Control прошла с 25 по 27 октября 2022 г. в МВЦ «Крокус Экспо», в одном зале с международной выставкой оборудования для неразрушающего контроля – NDT Russia. Объединение двух выставочных экспозиций позволило посетителям вживую ознакомиться со всем комплексом оборудования для проведения испытаний и измерений, увидеть в действии новинки российского рынка, подобрать оборудование и приборы, подходящие под решение задач предприятий большинства отраслей российской промышленности.

Ценность выставки Testing&Control 2022 для посетителей состоит не только в знакомстве с тенденциями и новинками испытательного и контрольно-измерительного оборудования, но в и расширении своих профессиональных знаний, благодаря посещению мероприятий деловой программы. В рамках выставки прошла **Всероссийская научно-техническая конференция «Измерения. Испытания. Контроль»**. В ходе обсуждения были затронуты вопросы метрологического обеспечения исследований, испытания и безаварийная эксплуатация изделий в авиационной и ракетно-космической промышленности, военно-промышленного комплекса, машиностроительной отрасли, промышленной безопасности, цифровой трансформации системы обеспечения единства измерений и изучение удачных кейсов внедрения современных методов измерений на производствах.

Ключевые вопросы:

- Перспективы развития сферы испытательного, измерительного и контрольного оборудования в современных условиях. Проблемы и решения;
- Законодательное регулирование обеспечения единства измерений. Актуальные поправки и инициативы;
- Реализация «Стратегии обеспечения единства измерений до 2025 года» сегодня и завтра;
- Меры господдержки. Что уже реализовано и что ждет сферу измерений и контроля в 2023 году;
- Технологическая независимость в сфере испытательного и контрольно-измерительного оборудования: практические аспекты;
- Метрология цифровой экономики: взгляд в будущее. Факторы влияния и тренды развития;
- Ключевые направления модернизации используемых механизмов измерений;
- Как импортозамещение повлияло на разработку национальных стандартов по единству измерений;
- Метрология в современных условиях. Как подтверждается качество изделий для заказчика и потребителя по программам импортозамещения;
- Инструменты обеспечения единства измерений в различных отраслях экономики. Практические примеры и механизмы законодательного регулирования (медицина и здравоохранение, строительство, топливно-энергетический комплекс и другие).

Участники – представители Минпромторга, Росстандарта, Роскачества, Росаккредитации, Комитета РСПП по промышленной политике и

техническому регулированию, Минобороны РФ, Госдумы ФС РФ, Министерства цифрового развития РФ, ГК «Роскосмос» и её подведомственные учреждения (АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение», Ракетно-космический завод ГКНПЦ им. М. В. Хруничева, Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королёва, АО «РКЦ «Прогресс», ВПК «НПО машиностроения») и научно-исследовательских институтов и лабораторий, Агентства по цифровому развитию, Объединенной авиастроительной корпорации, ФГУП «ВНИИФТРИ», ВНИИ имени Д.И. Менделеева, Газпром ВНИИГАЗ и других профильных организаций.

Для участия с докладами были приглашены:

Летуновский М. В., начальник отдела обеспечения единства измерений Министерства промышленности и торговли Российской Федерации (Совершенствование нормативной правовой базы в области обеспечения единства измерений, в том числе ее корректировка в условиях введения экономических ограничений);

Калинникова М. Г., Руководитель ЦМТУ Росстандарта (Особенности осуществления федерального государственного метрологического контроля (надзора) в рамках реформы контрольной (надзорной) деятельности);

Голега А.В., главный метролог – руководитель Метрологической службы Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» (Нормативно-правовое регулирование обеспечения единства измерений в области космической деятельности);

Киреев Д. Г., АО «ЦНИИмаш» (Состояние и перспективы развития стандартов отраслевой системы метрологического обеспечения качества (ОСМОК)).

Крошкин А.Н., начальник отдела ФГБУ «ВНИИИМС», к.т.н., член-корреспондент Метрологической академии России (Нормативно-правовые аспекты цифровой трансформации в метрологии);

Комшин А. С., д.т.н., доцент кафедры «Метрология и взаимозаменяемость», ведущий научный сотрудник научно-образовательного инженерингового центра «Прецизионное метрологическое обеспечение машиностроения» МГТУ им. Н.Э. Баумана;

Пронякин В. И., заведующий кафедрой «Метрология и взаимозаменяемость» МГТУ им. Н.Э.

Баумана, д.т.н., профессор, член координационного совета главных метрологов авиационной промышленности при Минпромторге РФ (Метрологическое обеспечение в авиационной промышленности и вопросы подготовки кадров).

Многоплановая выставочная экспозиция испытательного и контрольно-измерительного оборудования Testing&Control и NDT Russia в этом году собрала более 60 компаний из России и зарубежья и предоставила возможность руководителям и специалистам промышленных, строительных, научно-исследовательских лабораторий, сертификационных центров, конструкторских бюро, отделов технического контроля рассказать о своих достижениях.

Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ФГУП «ВНИИФТРИ») Росстандарта обеспечивает серийный выпуск 5 типов государственных стандартных образцов (ГСО) поглощенной дозы фотонного и электронного излучения, которые применяются для дозиметрического контроля процессов радиационной стерилизации медицинских изделий, а также обработки пищевой и сельскохозяйственной продукции на всех стадиях осуществления данных процессов – от постановки на производство до серийного выпуска. Данный вид обработки применяется для увеличения срока годности продукции, улучшения характеристик безопасности и качества. «Радиационная стерилизация медизделий и радиационная обработка пищевой и сельскохозяйственной продукции – процессы, которые необходимо строго контролировать. Измерения поглощенных доз радиации, получаемых продукцией при ее обработке, проводятся с использованием ГСО поглощенной дозы фотонного и электронного излучения, разработанных и выпускаемых нашим предприятием. Характеристики наших изделий обеспечивают требуемое качество измерений в радиационных технологических процессах», – говорит старший научный сотрудник Лаборатории технологической дозиметрии **Александр Громов**.

Поглощенная доза – мера радиационного воздействия, характеризующая эффективность взаимодействия ионизирующего излучения с веществом в облучаемых объектах. Для обеспечения выпуска безопасной продукции, отвечающей заданным требованиям, поглощенная доза должна быть определена с необходимой точностью: при

организации и внедрении процесса измерения должны проводиться с максимальной точностью (с погрешностью не более 7–10%), при осуществлении текущего контроля производственного процесса на местах производителями продукции погрешность измерений должна составлять не более 10–12%. Этим требованиям полностью отвечают ГСО ФГУП «ВНИИФТРИ». Объем выпуска Государственных стандартных образцов поглощенной дозы фотонного и электронного излучений превышает 25–30 тыс. штук в год.

Внедрение современных измерительных технологий в промышленные радиационные процессы способствует обеспечению безопасности выпускаемой продукции, необходимого уровня роста производства, решению экологических проблем, а также повышению качества метрологического обеспечения таких важных сфер деятельности, как здравоохранение и производство сельскохозяйственной и пищевой продукции.

1 сентября 2022 года утвержден новый Государственный первичный специальный эталон координат местоположения, разработанный учеными подведомственного Росстандарту Всероссийского научно-исследовательского института физико-технических и радиотехнических измерений (ФГУП «ВНИИФТРИ»).



Новый эталон позволит повысить точность и достоверность решения задачи обеспечения единства измерений для средств измерений координат, спутниковой геодезической и навигационной аппаратуры, использующей сигналы глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou и наземных дополнений, сетей активных базисных станций.

«Изобретения, связанные с разработкой и совершенствованием эталонов, регулярно реализовыва-

ются в подведомственных Росстандарту организациях. Наличие в России уже более 160 уникальных собственных эталонов – это очевидное свидетельство того, что российские ученые находятся среди лидеров мировой метрологии и задают вектор развития многих новых научных направлений», – отметил руководитель Росстандарта **Антон Шалаев**.

«Точные координаты и точное время – основа любой навигационной системы. Новый Государственный первичный специальный эталон координат местоположения позволит вывести на новую ступень развития средства испытаний в области спутниковых и навигационных технологий. Результаты исследований метрологических характеристик эталона в части хранения абсолютных координат и в части измерений приращений координат потребителя показали сопоставимый уровень точности с характеристиками международной системы ITRS», – рассказал генеральный директор ФГУП «ВНИИФТРИ» **Сергей Донченко**.

К наиболее востребованным средствам измерений, к которым будет обеспечена передача единиц величин от нового эталона, относятся новые образцы навигационной аппаратуры потребителей ГНСС, таких как бортовые устройства системы «Платон», тахографы, средства мониторинга транспорта и другие. При этом характеристики разработанного эталона координат дают возможность проводить испытания перспективных средств измерений (высокоточных беззапросных измерительных систем, прецизионных ГНСС-приемников с режимом абсолютных/ относительных фазовых измерений), в том числе – возможность оценки и контроля точностных и функциональных характеристик аппаратуры спутниковой навигации, разрабатываемой в таких проектах, как НТИ «AutoNet», «AeroNet», «MariNet», AutoNet «ЭРА-ГЛОНАСС». Также эталон будет использоваться в других проектах, направленных на внедрение спутниковой навигационной аппаратуры в различные сферы деятельности (в области умного земледелия, страхования, обеспечения безопасности жизнедеятельности и т.д.).

Госкорпорация «Ростех», объединяющая более 800 научных и производственных организаций в 60 регионах страны (авиастроение, радиоэлектроника, медицинские технологии, инновационные материалы – АО «АвтоВАЗ», ПАО «КамАЗ», Объединенная авиастроительная корпорация (далее – ОАК), АО «Вертолеты России», АО НПК «Уралвагонзавод»,

АО «Швабе», Концерн «Калашников» и др.), активно участвует в реализации всех 12 национальных проектов. Компания является ключевым поставщиком технологий «Умного города», занимается цифровизацией государственного управления, промышленности, социальных отраслей, разрабатывает планы развития технологий беспроводной связи 5G, промышленного интернета вещей, больших данных и блокчейн-систем, выступает партнером ведущих мировых производителей.



ГК «Ростех» начал сборку первых образцов прицелов новой гражданской линейки «Орест». Первым выйдет на рынок прицел с восьмикратным увеличением и регулируемой подсветкой прицельной сетки. Среди его особенностей – улучшенный функционал и увеличенный диаметр для удобства использования.

Оптический прицел P8x50L «Орест», предназначенный для охотничьего огнестрельного оружия, имеет семь ступеней регулировки яркости прицельной сетки, что позволяет пользоваться прибором в светлое время суток и в сумерках. В числе особенностей устройства – барабан фокусировки большого размера, увеличенный диаметр и высота барабанов выверок, а также дискретное переключение ступеней яркости с промежуточными выключениями – то есть, при выборе уровня яркости в каждом из положений предусмотрена возможность полного отключения подсветки для большего комфорта использования. От европейских аналогов российский прицел отличает широкий выбор прицельных сеток, компактность и наличие специального узла отстройки от параллакса, который позволяет охотнику выстраивать фокусировку прицела в зависимости от дистанции.

Разработчик изделия – АО «Вологодский оптико-механический завод» (АО «ВОМЗ») холдинга

«Швабе» – один из ведущих производителей прицельной оптики в России.

«Мы ведем множество разработок прицельной техники для российского гражданского рынка. Новая линейка «Орест» – это современные оптические приборы для спорта и охоты в комфортном для пользователя исполнении, современные и надежные. Ожидаем, что новинка найдет своего потребителя и будет пользоваться популярностью. В прошлом году мы изготовили и протестировали опытные образцы новой модели, сейчас доработанный прибор находится на этапе сборки. В ближайшей перспективе продукция выйдет в серийное производство», – отметил генеральный директор АО «ВОМЗ» Василий Морозов. Помимо прочего, P8x50L «Орест» оснащен 60-миллиметровой блендой, которая предотвращает попадание солнечных лучей на оптику, улучшая четкость изображения при ярком свете. Дизайн нового прицела формировался с учетом актуальных тенденций современного рынка. Ряд конструктивных особенностей повышают эргономичность и удобство новинки в эксплуатации – внешние линзы углублены в корпус, заполненный аргоном для идеальной герметичности, блок подсветки расположен в окулярной части под углом 45 градусов. Масса устройства – 580 г, габаритные размеры – 308×70×69 мм.

Холдинг «Швабе» Госкорпорации «Ростех» представляет новый телескоп для астрофотографии на базе апохроматического объектива. Модель уже запущена в производство на Лыткаринском заводе оптического стекла (АО «ЛЗОС») в Подмосковье, каждый телескоп собирается и юстируется индивидуально.

Новый телескоп из линейки «Астро-Апо» с диаметром объектива 105 мм и светосилой f/6,2 предназначен для широкого круга пользователей. Он позволяет наблюдать более 100 небесных тел из каталога Мессье – планеты, эллиптические и спиральные галактики, звездные скопления, разные виды туманностей – и делать их фотоснимки.

Отличие нового изделия в том, что оно построено на базе апохромата: объектива со специальной конструкцией линз. В классическом объективе волны разной длины, формирующие разные цвета на фото, преломляются в стекле по-разному, что приводит к искажениям изображения, цветовой кайме и ореолам. Это особенно заметно при съемке объектов на больших расстояниях. В объективах-апохроматах используются несколько линз из сте-

кол специальных сортов. Благодаря этому волны разной длины фокусируются строго в нужной точке без расхождения. Еще одна особенность объектива в том, что он оптимизирован для максимальной скорости термостабилизации. Это означает, что за короткое время он приходит в температурное равновесие с окружающей средой, за счет чего также снижаются искажения при фотосъемке.

«С помощью нового телескопа пользователь сможет осуществлять процесс наблюдения планет, туманностей, созвездий и других объектов космоса, а также производить качественную фотосъемку, в том числе для дальнейшего изучения звездного неба. Такая оптика подходит как любителям, так и профессионалам. Телескоп разработан конструкторами нашего предприятия. Качество апохроматических объективов нашего предприятия широко известно во всем мире и считается эталонным», – отметил генеральный директор АО «ЛЗОС» Александр Игнатов.

Лыткаринский завод оптического стекла также оснастил новинку двухскоростным фокусером собственной разработки, который позволяет осуществлять высокоточную наводку на резкость при наблюдении и фотографировании.

Новый телескоп – это второй в серии «Астро-Апо». (В 2021 году была выпущена модель «Астро Апо» 123 мм f/6, которая имеет больший диаметр линз, большие габариты и фокусное расстояние).

Эффект, благодаря которому возможна запись информации в кремниевом кольцевом микрорезонаторе с помощью импульсов света разной интенсивности, впервые описан учеными Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), который открывает большие возможности по созданию быстродействующих модулей памяти для оптических компьютеров будущего.

Сегодня современные электронные вычислительные машины подходят к пределу своих возможностей по соотношению производительности к энергозатратам. Поэтому научные группы по всему миру разрабатывают логические интегральные схемы на альтернативных принципах, которые будут более компактными, энергоэффективными и быстродействующими. Одним из видов таких схем является фотонная интегральная схема, в которой передача, хранение и обработка информации производятся с помощью света.

«Мы впервые показали, что в миниатюрных кремниевых кольцевых микрорезонаторах (диаметр около 0,2 мм) существуют стабильные нелинейные эффекты, которые позволяют записывать данные с помощью оптических импульсов. Это стало возможно благодаря существующему в данной структуре эффекту бистабильности», – поясняет доцент кафедры физической электроники и технологии СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Андрей Никитин.

Кремниевые кольцевые микрорезонаторы выполнены по широко распространенной технологии изготовления компонентов для полупроводниковых приборов – кремний на изоляторе. Для переключения выходного состояния используются оптические импульсы различной интенсивности: низкая кодирует «0», высокая – «1». Таким образом записывается информация. Результаты экспериментов, показали, что система может находиться в таком состоянии до следующего информационного сигнала.

«Получается очень простой принцип работы, при этом без использования классической электроники. В дальнейшем мы планируем использовать этот принцип для создания оптической ячейки памяти. Совокупность таких ячеек является основой для создания быстродействующих оптических запоминающих устройств. Понимание таких нелинейных эффектов – это важный шаг в направлении создания фотонных интегральных схем», – поясняет Андрей Никитин.

Проект находится в русле многолетних работ, проводимых на кафедре физической электроники и технологии по исследованию новых физических эффектов в твердом теле, имеющих большие перспективы для создания устройств хранения и обработки информации.

В условиях, когда ряд западных компаний ушли с российского рынка контрольно-измерительного оборудования, выставка стала основным инструментом мониторинга продукции и услуг, поиска новых идей, передовых разработок ведущих производителей и поставщиков оборудования России. Все мероприятия по показу образцов продукции, представленной предприятиями промышленности, демонстрационная программа, показ возможностей и новинок техники – это все еще раз подтверждает уровень активности, эффективного поиска инновационных исследований, разработок и технологий в интересах российского государства.

ПЕРЕЧЕНЬ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2022 ГОДУ

ФИО / Название статьи	номер	страница
Радиотехнические измерения		
Голик А.М., д.т.н., Толстуха Ю.Е., к.в.н., Санкт-Петербургский военный институт войск национальной гвардии, Дворников С.В., д.т.н., Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного, ФГАОУВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Клейменов Ю.А., д.т.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, Суслин А.В., к.т.н., ФГАОУВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»	1	9
Измерение временных параметров сигналов в условиях высокой интенсивности шумов		
Голик А.М., д.т.н., Санкт-Петербургский военный институт войск национальной гвардии, Дворников С.В., д.т.н., Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного, ФГАОУВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Клейменов Ю.А., д.т.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, Суслин А.В., к.т.н., Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова	2	5
Предложения по измерению начальной фазы радиоимпульсов на основе функций взаимной корреляции		
Охлопков К.А., Главный испытательный космический центр Министерства обороны Российской Федерации имени Г.С. Титова (г. Краснознаменск, Московской области)	2	16
Анализ типовых технологических циклов управления и передачи информации с низкоорбитальных космических аппаратов		
Апрелева М.А., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России	2	32
Проблемы применения осциллографов для измерений временных		
Голик А.М., д.т.н., профессор, Шишов Ю.А., д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский военный орден Жукова институт войск национальной гвардии, Толстуха Ю.Е., к.в.н., Санкт-Петербургский военный орден Жукова институт войск национальной гвардии, Клейменов Ю.А., д.т.н. ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России	3	12
Обеспечение разрешающей способности гомодинного измерителя дальности и угловых координат		
Галеницкий А.В., Самородов Б.А., Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского	3	19
Математическая модель радиолокационного канала прецизионного лабораторного поляриметра		
Медведев И.Н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России	3	26
Метод уменьшения погрешности измерений эффективной площади рассеяния		
Шумков К.А., Бакшанов Е.А., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России	3	30
Метод определения коэффициентов калибровки дипольных антенн в gtem-ячейке в диапазоне частот до 30 мгц		
Голик А.М., д.т.н., Толстуха Ю.Е., к.в.н., Санкт-Петербургский военный институт войск национальной гвардии, Дворников С.В., д.т.н., Военная академия связи, Клейменов Ю.А., д.т.н., «ГНМЦ» Минобороны России, Суслин А.В., к.в.н., Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова	4	26
Измерение временных оценок в доплеровских каналах связи космического сегмента		
Измерения геометрических величин		
Козаченков С.А., Соколов Д.А., ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево, Московская обл., Россия	1	4
Метод лабораторных испытаний фазовых светодальномеров		
Общие вопросы метрологии		
Тарасов Д.Ю., к.т.н., МГТУ им. Баумана	1	13
Храменков А.В., к.т.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России		
Применение статистических методов контроля качества технологического процесса предприятия при выпуске массовой продукции		
Яцко А.А., ФГБУ «46 ЦНИИ» Минобороны России	1	17
Оценка эффективности алгоритма сглаживания данных в решении задачи повышения точности метода совместных измерений		
Мазур А.В., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России	2	9
Метод повышения точности передачи единицы электрического сопротивления эталонам на основе переопределения температурных коэффициентов сопротивления в рабочем диапазоне температур		

Тарасов Д.Ю., к.т.н., МГТУ им. Баумана, Храменков А.В., к.т.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России Анализ эффективности статистических методов контроля при оценке соответствия качества технологического процесса	3	3
Дорохов А.Н., к.т.н., доцент, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Ефремов В.А., Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Швед А.С., Главный научный метрологический центр Министерства обороны Российской Федерации Полиномиальная модель технического состояния эталона единицы величины	3	7
Щеглов В.А., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, Надеина О.В., к.п.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России Состояние и проблемы законодательства российской федерации (РФ) об обеспечении единства измерений (ОЕИ), влияющие на метрологическую деятельность в области обороны и безопасности государства (ООБГ), и предложения по их решению	3	37
Бачурин Д.П., к.т.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России Проблемные вопросы компьютерного моделирования взамен натурных испытаний	4	3
Семёнов А.А., к.т.н., ВКА им. А.Ф. Можайского Дворов А.Н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России Методика получения значений сигнал-шум на выходе синтезированной антенной решетки ультразвукового стенда при наличии активной помехи	4	7
Новиков А.Н., к.т.н., доцент, Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского Определение параметров метрологического обслуживания средств измерений по технико-экономическому критерию	4	12
Г. А. Базанчук, МГТУ имени Н.Э. Баумана, С. В. Кураков, МГТУ имени Н.Э. Баумана, В. И. Пронякин, д.т.н., профессор, МГТУ имени Н.Э. Баумана Исторические этапы развития и становления метрологического обеспечения в авиации	4	19
Оптические и оптико-физические измерения		
Надеин В.В., к.п.н., доцент, ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России Современные научные задачи, проектные решения и способы их эффективного применения в области лазерной, оптической и оптоэлектронной техники ведущих предприятий России, их развитие и совершенствование (по итогам 16-й международной специализированной выставки лазерной, оптической и оптоэлектронной техники)	2	26
Надеин В.В., к.п.н., доцент, ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России Новые проектные решения, научные задачи и способы их эффективного применения в области лазерной, оптической и оптоэлектронной техники ведущих предприятий России	3	33
Надеин В.В., к.п.н., доцент, Воейко А.А., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России Новые проектные решения, научные задачи и способы их эффективного применения в области лазерной, оптической и оптоэлектронной техники ведущих предприятий России	4	33
Измерения времени и частоты		
Беляев А.А., к.т.н., Воронцов В.Г., Демидов Н.А., д.т.н., Поляков В.А., Тимофеев Ю.В., к.т.н., ЗАО «Время-Ч» Методы оценки эффективности формирования пучка атомов в одном квантовом состоянии водородного стандарта частоты с двойной сортировкой атомов водорода	1	21
Электрические и магнитные измерения		
Иванов Ю.М., к.т.н., АО «МЕРА» Об измерениях характеристик намагничивания ферромагнитного изделия	2	13
Радиоэлектронные измерения		
Воронцов А.П., ФГУП НИИР, Кизима С.В., д.т.н., эксперт МСЭ, ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, Сарьян В.К., д.т.н., академик НАН РА, ФГУП НИИР Технические возможности повышения полноты контроля излучений космических аппаратов за счет расширения частотного диапазона станций спутникового радиоконтроля	2	21
Научно-технические материалы конференций, симпозиумов		
47 научно-технической конференция молодых ученых и специалистов военных метрологов «Актуальные задачи военной метрологии» (21 апреля) Analitika Expo 2022 (19-22 апреля) МВЦ КрокусЭкспо Фотоника. Мир лазеров и оптики – 2022 (29.03-01.04.) ЦВК «Экспоцентр»	1	36
XIV Всероссийская научно-техническая конференция (16–17 ноября 2022 г.)	2	35
ЭКСПОКОНТРОЛЬ-2022 (14–16 сентября) ЦВК «Экспоцентр»	2	40
XIII Всероссийская научно-техническая конференция «Метрология в радиоэлектронике» (20-22 июня 2023 г.)	4	33

Новинки измерительной техники		
Осциллографы цифровые запоминающие Серий С8-203 и С8-205	1, 2, 3	36, 37
Осциллографы цифровые запоминающие	2 3	39, 2, 3 (обл.)
Комплекс для оперативного определения составляющих уклонений отвесной линии	3	39
Акустооптический модулятор-частотосдвигатель.	2, 3	40
Информация		
Выставки, конференции, форумы во II квартале 2022 года	1	36-37
Выставки, конференции, форумы в III квартале 2022 года	2	40
Выставки, конференции, форумы в IV квартале 2022 года	3	40
Информация для авторов рукописей, предлагаемых к публикации в журнале «Вестник метролога»	1,2	38,38
Перечень научных статей и материалов, опубликованных в 2022 году	4	38
Информация для подписчиков и читателей журнала	1,2	40,4, 37

Прейскурант на 2023 год

Наименование	Периодичность издания	Цена за 1 номер (руб.) с НДС
Журнал «Вестник метролога»	4 раза в год	1 100,00
«Вестник метролога» по подписке	4 раза в год	1 100,00
Журнал «Альманах современной метрологии»	4 раза в год	1 500,00

Расценки на размещение рекламы в журнале «Вестник метролога»

Формат модулей (стр.)	Расположение в номере	Цена (руб.) черно-белой полосы	Цена (руб.) цветной полосы
1	Обложка - 2 страница	17 000	18 500
1	Обложка - 3 страница	16 000	17 000
1	Обложка - 4 страница	16 000	17 000
1	Внутренний блок	16 000	17 000
1/2	Внутренний блок	8 000	8 500
1/3	Внутренний блок	5 500	6 000
1/4	Внутренний блок	4 000	4 500

ПОДПИСКА

Принимается подписка на ежеквартальный журнал «Вестник метролога»

Читатели могут оформить подписку
talikova@vniiftri.ru;
nikiforova@vniiftri.ru

тел. 8(495) 944-56-41, Никифорова Надежда Николаевна,
Индекс – 45112 по Объединенному каталогу
«Пресса России»

<http://www.ppressa-rf.ru/cat/1/edition/e45112/>

