

## ВЕСТНИК МЕТРОЛОГА

Научно-технический журнал  
Решением ВАК от 18.12.2017 года включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» («Перечень...» от 25.12.2017 г. за № 2210).

### Учредитель и издатель

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений»  
Почтовый адрес:  
п/о Менделеево, Солнечногорский район,  
Московская область, 141570

### Редакционный совет:

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

### Главный редактор

В.Н. Храменков, доктор технических наук, профессор

### Заместитель главного редактора

О.В. Надеина, кандидат педагогических наук

### В подготовке номера участвовали:

Надеин В.В., Пояркова Д.Л.,  
Поздновская А.В.

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

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

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

Сдано в набор 08.04.2020  
Подписано в печать 30.04.2020  
Тираж 300 экз.

Зарегистрирован ISSN 2413-1806  
в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС 77-60016 от 21 ноября 2014 г.  
Материалы журнала размещаются на сайте Научной электронной библиотеки и включаются в национальную информационно-аналитическую систему РИНЦ

## СОДЕРЖАНИЕ

### Измерения геометрических величин

Корсун О.Н., д.т.н., ФГУП «ГосНИИАС»,  
Мотлич П.А., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России  
Методика планирования полетных маневров  
и оценивания систематических погрешностей  
бортовых измерений в целях сертификации  
авиационных тренажеров . . . . . 7

### Общие вопросы метрологии

Быканов В.В., к.т.н., Булгаков О.Ю., к.в.н., Назаркина А.В.,  
Есакова М.М., ФГУП «МНИИРИП», Булгаков В.О.,  
ООО «ВИАНТЕК»  
Обязательная метрологическая экспертиза  
технической документации как решение вопроса  
обеспечения качества разрабатываемых ЭКБ и РЭА . . . . . 11

### Измерения радиотехнических величин

Руденкова Е. Г., к.т.н., доцент, ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны  
России, Буслов Д.С., к.т.н., ООО НПФ «Радиян-М»  
Использование малогабаритных БПЛА для решения задач  
радиотехнических измерений и контроля параметров  
радиоэлектронных средств в местах их применения  
по целевому назначению . . . . . 16

### Измерения радиотехнических величин

Алешкин А.П., д.т.н., профессор, Иванов А.А., к.т.н.,  
Гусаков В.М., к.т.н., Семёнов А.А. к.т.н.,  
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского  
Результаты моделирования работы РЛС при отражении  
сигнала от покрытия с управляемыми параметрами . . . . . 21

### Измерения магнитных и электрических величин

Затеев А.А., АО «МЕРА», Иванов Ю.М., к.т.н., АО «МЕРА»,  
Матисов В.Я., д.т.н., ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»  
Об особенностях метрологического обеспечения  
измерений магнитного момента объектов ВВСТ . . . . . 24

### Научно-технические обзоры материалов конференций, симпозиумов

Глава Международного бюро мер и весов  
Мартин Милтон посетил ФГУП «ВНИИФТРИ» . . . . . 28

### Выставки, конференции в III квартале 2020 года

#### АРМИЯ-2020 (23–29 августа)

(КВЦ «Патриот», г. Кубинка Московской области) . . . . . 30

#### 17-я Международная выставка испытательного и контрольно-измерительного оборудования

«Testing & Control» – 2020 (27–29 октября) . . . . . 35

#### 19 Международная выставка «NDT Russia»–2020,

Москва, МВЦ (27–29 октября) . . . . . 35

### Информация

К сведению авторов . . . . . 38

Новинки измерительной техники

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

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

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

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

#### The Editorial advice:

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

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

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

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

D.A. Kuznetsov.

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

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

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

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

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

#### Editor-in-chief

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

#### Deputy main of the editor

O.V. Nadeina, candidate of the pedagogical sciences

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

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

telephone/fax (495) 586-01-00;  
(495) 586-23-88; (495) 580-35-66.  
E-mail: 32gnii\_vm@mail.ru; vm@vniiftri.ru

It is Printed by OOO «Print»

Legal address: 426035, Russia, Izhevsk, Timiryazeva st., 5.  
telephone (3412) 56-95-53

The Circulation  
300 copies

## CONTENTS

### Measurements of geometric quantities

*Korsun O.N., d.t.s., FSUE «GosNIIAS», Motlich P.A., FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation*  
Flight test maneuvers design and on-board measurement systematic errors estimation for aircraft training facilities certification . . . . . 7

### Common questions of a metrology

*Bykanov V.V., k.t.s., Bulgakov O.Y., k.m.s., Nazarkina A.V., Esakova M.M., FSUE «MNIIRIP», Bulgakov V.O., «VIANTEK» LLC*  
Compulsory metrological expertise of technical documentation as a solution for the quality assurance of developed electronic component base and radio electronic equipment . . . . . 11

### Measurements of radio engineering quantities

*Rudenkova E.G., c.t.s., FSBI «MSMC» Ministry of Defense of Russia, Buslov D.S., c.t.s., LLC SPF «Radian-M»*  
About use of small-sized unmanned aerial vehicles for the solution of tasks of radio engineering measurements and radio monitoring of parameters of radio-electronic means in places of their application on purpose . . . . . 16

### Measurements of radio engineering quantities

*Alesnkin A.P., d.t.s., prof., Ivanov A.A., k.t.s., Gooseneck V.M., k.t.s., Semenov A.A., k.t.s., Mozhaiskiy Military Space Academy, St. Petersburg*  
Results of the simulation radar when the signal is reflected from the coverage with controlled parameters . . . . . 21

### Measurement of magnetic and electrical quantities

*Zateev A.A., Ivanov Yu.M., k.t.s., JSC «MERA», Matisov V.Ya., d.t.s., «Military Naval Academy»*  
About features of metrological support measurements of the magnetic moment of wmsst objects . . . . . 24

### Nauchno-tehnicheskie reviews materials conferences and symposiums

Martin Milton head of the International bureau of weights and measures visited FSUE «VNIIFTRI» . . . . . 28

### Exhibitions to conferences in III quarters 2020

#### ARMY-2020 (august, 23–29)

«Patriot» – Center, Kubinka, Moscow region . . . . . 30

#### 17-International exhibition

«Testing&Control» – 2020 (October, 27–29) . . . . . 35

#### 19-International exhibition «NDT Russia»–2020

(October, 27–29) . . . . . 35

**Information** . . . . . 36

Note authors . . . . . 38

Novelties of the measuring technology

# 20 мая – Всемирный день метрологии

## СЛОВО ИЗДАТЕЛЯ



20 мая метрологи всего мира отмечают свой профессиональный праздник – Всемирный день метрологии, который был учрежден на 88-м заседании Международного Комитета по мерам и весам в октябре 1999 года.

В этот день в 1875 году в Париже на Дипломатической метрологической конференции представители 17 государств, включая Россию, поставили свои подписи под знаменитой Метрической конвенцией – первым межправительственным соглашением о научно-техническом сотрудничестве в области метрологии, заложившим фундамент мирового метрологического сообщества. Многостороннее подписание Метрической конвенции во многом стало возможным благодаря усилиям и авторитету выдающихся русских ученых, прежде всего Д.И. Менделеева, академиков О.В. Струве, Г.И. Вильда, Б.С. Якоби.

В связи с принятием Метрической конвенции в этом же году была создана Международная организация мер и весов, крупнейшая и старейшая международная метрологическая организация, целью которой на тот период было внедрение в мировую практику и совершенствование унифицированной системы единиц величин на основе метра и килограмма. В настоящее время главная задача Международной организации мер и весов – обеспечение единства измерений на основе применения Международной системы единиц СИ, так как роль и значение единства измерений в международных торгово-экономических и научно-технических связях являлись существенными всегда, а при современном уровне международного сотрудничества становятся еще более важными.

Метрология служит важным фактором успешного решения глобальных международных проблем в области научно-технического сотрудничества, торговли, сырья, топлива и энергетики, продовольствия, охраны окружающей среды, использование ресурсов мирового океана и обеспечивает соблюдение единства и точности измерений как необходимого условия сопоставимости результатов испытаний и сертификации продукции, работ и услуг при решении перечисленных проблем. Именно эта задача является важнейшей в деятельности международных метрологических организаций, благодаря усилиям которых принята Международная система единиц величин, действует сопоставимая терминология, приняты единые рекомендации по метрологическим правилам и порядкам проведения метрологических работ.

Исполнительным органом Международной организации мер и весов является Международный

комитет по мерам и весам, который руководит деятельностью международных метрологических организаций в промежутках между созывами ее Генеральных конференций. В состав Международного комитета по мерам и весам избираются 18 членов из числа крупнейших мировых ученых-метрологов. В свое время в его работе принимал участие Д.И. Менделеев.

Основная задача Международного комитета по мерам и весам заключается в организации и проведении международных исследований в области метрологии, прежде всего в области совершенствования системы единиц величин, их определений и методов воспроизведения, обеспечения унификации и эквивалентности национальных эталонов единиц величин.

Для этих целей в его составе действуют 10 консультативных комитетов: по системам единиц, определению метра, секунды, массы и сопутствующих величин; термометрии; электричеству и магнетизму; фотометрии и радиометрии; ионизирующим излучениям; количеству вещества и акустике. Основное направление деятельности консультативных комитетов – расширение практики сличений национальных эталонов единиц величин с целью установления их эквивалентности. В этих комитетах работают ученые из крупнейших метрологических организаций различных стран. От России в работе консультативных комитетов принимают участие ученые Всероссийского научно-исследовательского института метрологии им. Д.И. Менделеева и Всероссийского научно-исследовательского института физико-технических и радиотехнических измерений.

Установлением международной нормативной правовой базы в области обеспечения единства измерений занимается межправительственная организация – Международная организация законодательной метрологии, созданная в 1955 году с целью унификации национальных метрологических правил и норм, содействуя тем самым глобализации экономики за счет устранения тех-

нических барьеров при реализации внешнеторговых, промышленных и научно-технических связей стран-участниц. В настоящее время она объединяет представителей более 100 государств мира, в том числе и России, которую представляет в этой международной организации Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

Заметную роль в структуре международных метрологических организаций играет Международная конференция по измерительной технике и приборостроению (ИМЕКО) – неправительственная организация, объединяющая научные и инженерные общества, занимающиеся вопросами измерений, более чем из 30 стран мира, включая Россию. Цель ИМЕКО заключается в содействии международному сотрудничеству и обмену научной и технической информацией по измерительной технике и приборостроению.

Дальнейшее расширение международного сотрудничества в области метрологии привело к созданию региональных международных метрологических организаций. Так, в Центральной и Восточной Европе действует Организация Евроазиатского сотрудничества государственных метрологических учреждений (КООМЕТ). В настоящее время КООМЕТ объединяет 14 стран-членов и организует их сотрудничество по вопросам метрологии с целью содействия развитию национальных экономик и устранению технических барьеров в международной торговле путем гармонизации национальных метрологических правил и норм, взаимного признания национальных эталонов и результатов испытаний, поверки и калибровки средств измерений. Россия руководит в этой организации Объединенным комитетом по развитию и совершенствованию эталонов единиц величин.

Россия сотрудничает также с Европейской метрологической организацией (ЕВРОМЕТ), которая создана в 1987 году и объединяет страны-участники Европейского Союза. Основная задача ЕВРОМЕТ – организация сотрудничества и объ-

единение усилий стран-участниц по созданию, совершенствованию и обеспечению эквивалентности эталонной базы.

С января 2015 года вступил в действие Договор о Евразийском экономическом союзе, подписанный в г. Астане Президентами Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации, и направленный на обеспечение свободы движения товаров, услуг, капитала и рабочей силы на территории государств-членов Союза. Это позволяет проводить скоординированную, согласованную или единую политику в отраслях экономики, определенных Договором. Исходя из целей и задач Договора, в нем большое внимание уделено принципам и правилам ведения согласованной политики государств-членов Союза в области обеспечения единства измерений, поэтому создание Евразийского экономического союза по сути означает появление еще одной региональной международной метрологической организации.

Согласованная политика в области обеспечения единства измерений будет проводиться в соответствии с «Протоколом о проведении согласованной политики в области обеспечения единства измерений», являющимся приложением к Договору.

Согласно Протоколу для государств-членов Евразийского экономического Союза должны быть установлены Правила взаимного признания результатов работ по обеспечению единства измерений применительно к средствам измерений, изготовленных на территориях государств, входящих в Союз. Кроме того, устанавливаются Порядки проведения метрологической экспертизы проектов технических регламентов Союза, разработки проектов перечней стандартов, применяемых при задании и оценке требований технических регламентов, метрологической аттестации методик (методов) измерений, утверждения типа средств измерений и стандартных образцов, организации поверки и калибровки средств измерений, а также взаимного предоставления сведений в области обеспечения единства измерений, содержащихся

в информационных фондах государств, входящих в Союз.

Таким образом, благодаря деятельности международных метрологических организаций, направленной на повышение эффективности международной системы обеспечения единства измерений, достигается взаимное доверие к результатам измерений при формировании международного рынка метрологических услуг. Это доверие основано на Международной системе единиц, являющейся краеугольным камнем международной системы измерений, и взаимном признании национальных эталонов единиц величин и сертификатов калибровки и измерений, выдаваемых национальными метрологическими институтами.

Взаимное признание национальных эталонов единиц величин осуществляется в ходе участия национальных метрологических институтов в международных ключевых сличениях эталонов, в результате которых определяется соотношенность воспроизводимых ими значений единиц величин с соответствующими единицами Международной системы единиц. Такие сличения организуются в рамках Международного комитета мер и весов, а также рядом региональных международных метрологических организаций. Результаты ключевых сличений регистрируются в базе данных по ключевым сличениям Международного бюро мер и весов.

От России в международных ключевых сличениях эталонов единиц величин участвуют все государственные научные метрологические институты, и по количеству позиций, включенных в базу данных Международного бюро мер и весов, характеризующих калибровочные и измерительные возможности метрологических институтов. В настоящее время Россия имеет в международной базе данных более 1600 позиций и занимает второе место в мире по этому показателю, уступая лишь США.

По количеству позиций, характеризующих калибровочные и измерительные возможности

России, лидирует Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ). В этом году институт достойно встретил свой 65-летний юбилей. «Институт является одним из крупнейших научных центров России, достижения наших ученых в области науки признаны на высоком международном уровне», – отметил генеральный директор «ВНИИФТРИ» **Сергей Донченко**.

18 февраля 1955 года – официальная дата основания Всесоюзного (позже – Всероссийского) научно-исследовательского института физико-технических и радиотехнических измерений. Институт был создан распоряжением Совета Министров СССР на базе Центрального научно-исследовательского бюро единой службы времени, ЦНИИ радиоизмерений и ЦНИИ физико-технических измерений. Измерение времени и частоты стало главным научным направлением работы ВНИИФТРИ.

Сегодня ВНИИФТРИ – Главный метрологический центр Государственной службы времени и частоты, Государственный научный центр России и один из крупнейших метрологических институтов страны, внесен в список предприятий стратегического назначения страны. Институт участвует в выполнении Федеральной целевой программы ГЛОНАСС, а также является головной научной организацией Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии по ряду важнейших направлений исследований.

В институте ведутся работы в области радиоизмерений, измерений в механике, термодинамике и строительстве; ионизирующих излучений; физико-химических и электрических измерений; в области метрологии координатно-временных и навигационных систем; акустооптических измерений и лазерной оптоэлектроники и др.

За последние пять лет значительно расширилась и укрепилась эталонная база института – было создано 4 новых Государственных первичных эталона единиц величин, усовершенствовано 15 эталонов. Национальная шкала времени,

формируемая Главным метрологическим центром Государственной службы времени и частоты, вошла в тройку мировых лидеров по точности воспроизведения шкалы времени. В пятерку лучших в мире входят Государственный первичный эталон рН и Государственный первичный специальный эталон единицы длины. Ведутся исследования и разработки в перспективной области координатно-временных и навигационных систем.

ВНИИФТРИ активно участвует в программе импортозамещения в области создания высокоточных средств измерений. Его опытно-технический производственный центр сегодня производит более 70 наименований продукции. Важную роль в укреплении и совершенствовании международного метрологического сотрудничества играют международные научные конференции и форумы по метрологии и измерительной технике, где метрологи и приборостроители различных стран имеют возможность непосредственного общения и обсуждения актуальных метрологических проблем и путей их решения.

В институте и его филиалах трудятся более 1500 сотрудников, ежегодно на работу принимаются молодые специалисты и выпускники из ведущих профильных высших учебных заведений России: МФТИ, НИЯУ, МИФИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГУ им. Ломоносова, РХТУ и др.

Важность метрологии в обеспечении взаимного доверия к результатам измерений при формировании международного рынка метрологических услуг для укрепления торгово-экономических и научно-технических связей между странами неуклонно повышается, и появление профессионального праздника Всемирного Дня метрологии является признанием высокой роли и значения метрологической деятельности во всех областях жизни человечества.

*С.И. Донченко*

# МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ПОЛЕТНЫХ МАНЕВРОВ И ОЦЕНИВАНИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ БОРТОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ЦЕЛЯХ СЕРТИФИКАЦИИ АВИАЦИОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ FLIGHT TEST MANEUVERS DESIGN AND ON-BOARD MEASUREMENT SYSTEMATIC ERRORS ESTIMATION FOR AIRCRAFT TRAINING FACILITIES CERTIFICATION

Корсун О.Н., д.т.н., ФГУП «ГосНИИАС»,  
Мотлич П.А., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России  
Korsun O.N., d.t.s, FSUE «GosNIIAS»,  
Motlich P.A., FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense  
of the Russian Federation  
e-mail: marmotto@rambler.ru, mp.gnmc@mail.ru

В статье рассмотрена методика планирования испытательных режимов полета и обработки бортовых измерений, предназначенная для сертификации пилотажных стендов и тренажеров и обеспечивающая нахождение систематических погрешностей измерений воздушной скорости, угловых скоростей, перегрузок, аэродинамических углов, а также идентификацию скорости ветра.

The article discusses test flight techniques and flight measurement data processing for purposes of aircraft training facilities certification that provide systematic errors in measuring speed, angular velocities, overloads, aerodynamic angles and wind speed identification.

**Ключевые слова:** параметры движения летательного аппарата, обработка бортовых измерений, погрешности измерений.

**Keywords:** parameters of the aircraft movement, processing of onboard measurements, measurement errors.

Пилотажные стенды и тренажеры играют существенную роль при проектировании, испытаниях и эксплуатации современных воздушных судов. Важным этапом разработки пилотажных стендов является проведение их сертификационных испытаний, в рамках которых осуществляется проверка точности соответствия модели, реализованной на стенде, реальному самолету. При сравнении результатов моделирования с полетными данными необходимо удостовериться, что полетные данные регистрируются правильно и не содержат ошибок, поскольку требования к точности достаточно высоки.

В статье предлагаются перечень полетных маневров, необходимых для получения экспериментальных данных для сертификации пилотажных стендов, а также алгоритмы проверки правильности полетных данных и оценивания систематических погрешностей измерений. Полетные маневры включают установившиеся скольжения, перекладки по крену и установившиеся развороты, и направлены прежде всего на проверку соответствия характеристик боковой устойчивости и управляемости самолета.

Проверка согласованности полетных данных осуществлялась на основе алгоритма [1], использующего соотношения между параметрами полета, определяемые дифференциальными уравнениями пространственного движения самолета

[2]. Алгоритм [1] рассматривает уравнения для двух аэродинамических углов (атаки и скольжения), скорости полета, а также углов тангажа и крена. Указанные переменные являются выходными сигналами, а в качестве входных используются проекции угловых скоростей и перегрузок на оси связанной с самолетом декартовой системы координат, измеряемые соответствующими датчиками.

Алгоритм обеспечивает нахождение постоянных погрешностей измерений угловых скоростей и перегрузок. Рассмотрим это на примерах обработки полетных данных 6 участков полета длительностью от 25 до 130 с, в которых выполнялись установившиеся скольжения (участки 1–4) и перекладки по крену (участки 4–5). Результаты проверки на примере одного из установившихся скольжений, построенные в комплексе программного обеспечения «Графический интерфейс для проверки согласованности бортовой регистрации», представлены на рисунке 1.

Графики показывают хорошую сходимость измеренных и полученных с помощью алгоритма параметров полета. Среднеквадратическое отклонение рассогласования между измерениями и соответствующими выходными сигналами модели не превысило 3 % в каналах углов тангажа и крена и 10 % в каналах углов атаки, скольжения и воздушной скорости. Более высокий уро-

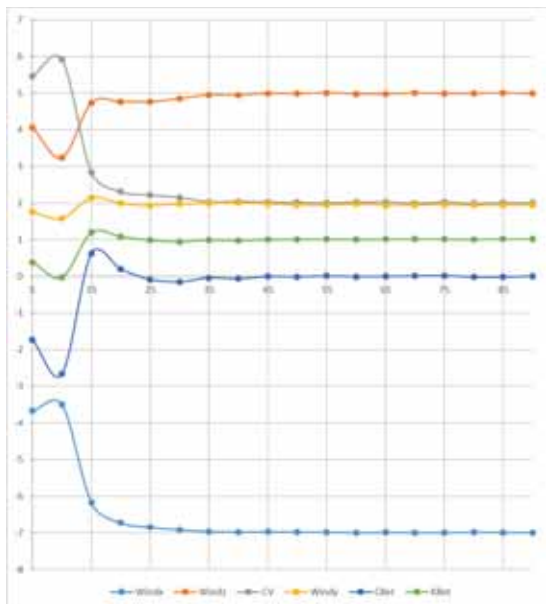


Рисунок 2 – Оценки проекций скорости ветра и постоянных погрешностей измерений воздушной скорости и угла скольжения

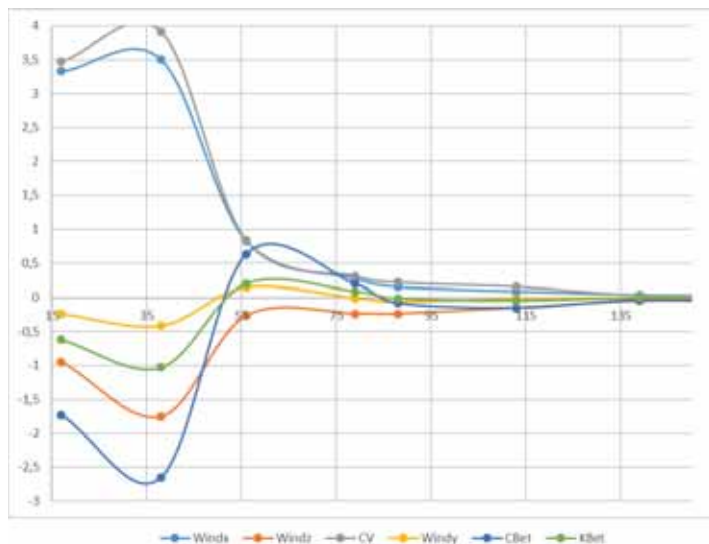


Рисунок 3 – Оценки погрешностей расчета в функции угла рыскания (до 150 градусов)

Таблица 4 – Абсолютные погрешности оценок идентификации

| Время, с | Psi, ° | Windx, м/с | Windz, м/с | CV, м/с | Windy, м/с | CBet, ° | KBet   |
|----------|--------|------------|------------|---------|------------|---------|--------|
| 10       | 38     | 3,504      | -1,756     | 3,917   | -0,413     | -2,656  | -1,026 |
| 20       | 79     | 0,274      | -0,234     | 0,31    | -0,009     | 0,1958  | 0,086  |
| 30       | 113    | 0,086      | -0,148     | 0,153   | -0,022     | -0,151  | -0,05  |
| 40       | 165    | 0,026      | -0,053     | 0,045   | 0,003      | -0,065  | -0,023 |
| 50       | 215    | 0,023      | -0,015     | 0,019   | -0,05      | -0,01   | 0,009  |
| 90       | 360    | 0,01       | -0,015     | 0,006   | -0,051     | 0,0078  | 0,017  |

Таким образом, предложенная методика позволяет спланировать летный эксперимент, оценить согласованность бортовых измерений в динамическом режиме и найти оценки постоянных погрешностей измерений угловых скоростей, перегрузок, воздушной скорости и угла скольжения.

Работа поддержана РФФИ, проект 20-08-00449-а.

#### Литература:

1. Корсун О.Н., Мотлич П.А. Оценка погрешностей бортовых измерений на основе уравнений движения самолета // Вестник метролога. 2019. № 1. С. 5–8.

2. Бюшгенс Г.С. Аэродинамика, устойчивость и управляемость сверхзвуковых самолетов. – М.: Наука, 1998. – 816 с.

3. Корсун О.Н., Николаев С.В., Пушков С.Г. Алгоритм оценивания систематических погрешностей измерений воздушной скорости, углов атаки и скольжения в летных испытаниях // Известия РАН. Теория и системы управления. 2016. № 3. С. 118–129.

4. Klein V., Morelli E. Aircraft System Identification. Theory and Practice. – Reston: AIAA, 2006. – 499 p.

**ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ  
КАК РЕШЕНИЕ ВОПРОСА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ЭКБ И РЭА  
COMPULSORY METROLOGICAL EXPERTISE OF TECHNICAL DOCUMENTATION  
AS A SOLUTION FOR THE QUALITY ASSURANCE OF DEVELOPED ELECTRONIC COMPONENT BASE  
AND RADIO ELECTRONIC EQUIPMENT**

Быканов В.В., к.т.н., Булгаков О.Ю., к.в.н., Назаркина А.В.,  
Есакова М.М., ФГУП «МНИИРИП», Булгаков В.О., ООО «ВИАНТЕК»

Bykanov V.V., k.t.s., Bulgakov O.Y., k.m.s., Nazarkina A.V., Esakova M.M., FSUE «MNIIRIP», Bulgakov V.O., «VIANTEK» LLC  
e-mail: bykanov@mniirip.ru, bulgakov@mniirip.ru, nazarkina@mniirip.ru, esakova@mniirip.ru  
тел. +7(495)-586-17-21

*В статье рассмотрены основные проблемные вопросы обеспечения качества разрабатываемой электронной компонентной базы и радиоэлектронной аппаратуры через призму целей и задач обязательной метрологической экспертизы технической документации.*

*The article considers the main problematic issues of metrological assurance of the developed electronic component base and radio electronic equipment through the prism of the objectives and targets of the compulsory metrological expertise of technical documentation.*

**Ключевые слова:** метрологическое обеспечение, электронная компонентная база, радиоэлектронная аппаратура, технические условия, техническая документация, обязательная метрологическая экспертиза.

**Keywords:** metrological assurance, electronic component base, radio electronic equipment, specifications, technical documentation, compulsory metrological expertise.

Состояние отечественной технологической базы, разработок, серийного производства электронной компонентной базы (далее – ЭКБ) и радиоэлектронной аппаратуры (далее – РЭА) свидетельствует, что в числе сдерживающих факторов их развития присутствует недостаточное внимание со стороны разработчиков и экспертов-метрологов к метрологическому обеспечению (далее – МО) разработки, испытаний, производства ЭКБ и РЭА, одной из важнейших составляющих обеспечения качества разрабатываемых изделий. Данное утверждение основывается на анализе большого объема замечаний и рекомендаций, приведенных в заключениях по проведению обязательной метрологической экспертизы технической документации (далее – ОМЭ ТД), разрабатываемых ЭКБ и РЭА экспертами-метрологами головной научно-исследовательской испытательной организации в области исследований ЭКБ и РЭА ФГУП «МНИИРИП».

С целью устранения и препятствования в дальнейшем при проведении ОМЭ ТД выявленных несоответствий целесообразно конкретизировать требования к МО ЭКБ и РЭА в процессе ее разработки.

Работы по планированию МО разрабатываемых ЭКБ и РЭА проводятся одновременно с

проектированием устройств. По мере проработки облика изделия, уточнения его параметров и характеристик становится возможным детализировать организационные, методические и технические решения по МО [1]. При этом большое значение имеют полнота и своевременность принятия решений, что достигается рациональным распределением задач по реализации метрологических требований на всех этапах разработки ЭКБ и РЭА.

Разработка, производство и испытания ЭКБ и РЭА в целом должны соответствовать общим техническим требованиям по МО применительно к группам однотипных изделий, либо требованиям технических условий (далее – ТУ) на конкретные изделия. Метрологические требования к продукции ЭКБ и РЭА устанавливают исходя из их назначения, требований эффективности их эксплуатации и надежности, с учетом ограничений на материальные и трудовые затраты, и включают в структуру технического задания (далее – ТЗ) на разработку ЭКБ и РЭА самостоятельным подразделом «Метрологическое обеспечение».

Наличие настоящего раздела обусловлено необходимостью проведения различного рода ис-

методика оценки полноты и правильности изложения вопросов МО в ТД и КД.

Анализ проведенных метрологических экспертиз ТД в процессе разработки ЭКБ и РЭА на предприятиях радиоэлектронной промышленности показал, что из 156 представивших сведения во ФГУП «МНИИРИП» только 10 организаций проводили экспертизу в соответствии с нормативными актами. Остальные предприятия проводят ОМЭ ТД лишь формально. В подтверждение этому в 2018 году в 14 из 16 проведенных ФГУП «МНИИРИП» ОМЭ ТД разрабатываемых ЭКБ и РЭА были выявлены несоответствия, в том числе невыполнение Приказов Минпромторга России № 1081 от 30.11.2009 (с изменениями – приказ от 30.09.2011 № 1326) и № 1815 от 02.07.2015.

Также не были решены практически во всех экспертируемых разработках вопросы метрологической аттестации методик косвенных измерений при составлении программ и методик предварительных испытаний изделий, что является прямым нарушением Приказа Минпромторга России от 15.12.2015 № 4091.

При проведении метрологической экспертизы выявляются ошибочные и недостаточные решения по МО технических методов и приемов, технологических процессов и конструкторских предложений, содержащихся в представленной на анализ документации, а также вырабатываются рекомендации по конкретным вопросам МО разработки и испытаний, имеющиеся в ТД.

ОМЭ ТД способствует повышению эффективности контрольно-измерительных процедур в процессе изготовления, производства, испытаний, эксплуатации ЭКБ и РЭА. Следует отметить, что отсутствие проведения ОМЭ ТД может быть причиной неправильного выбора параметров, подлежащих измерению, необоснованного выбора норм точности измерений, неправильного выбора методов (методик выполнения измерений) и средств измерений для процесса разработки, изготовления, испытания, контроля ЭКБ и РЭА, что сказывается на качестве, себестоимости выпускаемой продукции, а в некоторых случаях приводит и к более тяжелым последствиям.

Анализ проводимых ОМЭ ТД аккредитованными экспертами-метрологами показал, что сложности в проведении возникают из-за отсутствия на предприятиях-разработчиках ЭКБ и РЭА упорядоченных необходимых нормативно-технических сведений по проведению процесса. Изложенные выше разъяснения и разработанные ФГУП «МНИИРИП» методические материалы по проведению ОМЭ ТД разрабатываемых изделий в радиоэлектронной отрасли призваны восполнить недостающие сведения.

Вторым эффективным инструментом выполнения требований ст. 14 ч. 2 Федерального закона № 102-ФЗ от 18 июня 2008 года «Об обеспечении единства измерений» на предприятиях радиоэлектронной промышленности является «Руководство о порядке проведения обязательной метрологической экспертизы технической документации на изделия радиоэлектронной аппаратуры и электронной компонентной базы» (далее – Руководство), разработанное в 2019 году ФГУП «МНИИРИП» по поручению Минпромторга России.[2]

На сегодняшний день утвержденное Руководство, согласованное с ведущими предприятиями и военными экспертами, является главным инструктирующим указанием для предприятий – разработчиков и изготовителей ЭКБ и РЭА для выполнения требований ФЗ-102 в отношении ОМЭ ТД.

Таким образом, можно сделать вывод, что чем выше эффективность метрологической экспертизы и чем полнее она проведена, тем выше эффективность дальнейшей разработки ТД и тем грамотнее будет осуществлено МО производства ЭКБ и РЭА, что позволит повысить качество выпускаемых изделий и их конкурентоспособность.

#### Литература:

1. В.В. Быканов, А.В. Клеопин. Состояние и направления совершенствования метрологического обеспечения ЭКБ в процессе разработки, испытаний и производства. «Вестник метролога», № 1, 2019 г., с. 15–18.
2. В.В. Быканов. Совершенствование нормативно-правовой базы в области метрологической экспертизы. «Электроника-НТБ», № 4, 2019 г., с. 2.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ БПЛА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ  
РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ  
В МЕСТАХ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПО ЦЕЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ  
ABOUT USE OF SMALL-SIZED UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR THE SOLUTION OF TASKS  
OF RADIO ENGINEERING MEASUREMENTS AND RADIO MONITORING OF PARAMETERS  
OF RADIO-ELECTRONIC MEANS IN PLACES OF THEIR APPLICATION ON PURPOSE**

Руденкова Е. Г., к.т.н., доцент, ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России,

Буслов Д. С., к.т.н., ООО НПФ «Радиян-М»

Rudenkova E.G., c.t.s., FSBI «MSMC» Ministry of Defense of Russia,

Buslov D.S., c.t.s., LLC SPF «Radian-M»

e-mail: l654007@yandex.ru, tel. 8(985)923-70-72;

e-mail: dmitry.aist@gmail.com, tel. 8(903)858-29-62

В статье рассматриваются вопросы конструирования и практического использования малогабаритных БПЛА для решения задач радиотехнических измерений и радиоконтроля. Представлены варианты построения рациональных полетных планов, проведения измерений и представления конечных результатов для случая практических задач использования БПЛА для измерений диаграмм направленности антенн в местах их применения по целевому назначению. Рассмотрены вопросы безопасности использования измерительных комплексов на базе БПЛА.

The article is devoted to the design and practical use of small-sized unmanned aerial vehicles for radio measurements and radio monitoring tasks. Special attention is paid to the safety of the use of measuring systems based on small-sized unmanned aerial vehicles. Examples of construction of rational flight plans, measurements and presentation of the final results for the case of practical problems of using UAVs for measurements of antenna directional pattern in places of their application for the intended purpose are presented.

**Ключевые слова:** Беспилотный летательный аппарат, полезная нагрузка, план полета, радиоизмерительный комплекс, диаграмма направленности антенны.

**Keyword:** Unmanned aerial vehicle, payload, flight plan, radio measuring complex, antenna directional pattern.

К современным тенденциям технологического развития относится использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных областях и видах деятельности, включая конструирование и использование специализированных средств и комплексов радиотехнических измерений и радиоконтроля.

В этой связи следует выделить применение малоразмерных БПЛА, эффективность которых во многом определяется относительной простотой их разработки и невысокой стоимостью эксплуатации. При этом определенные преимущества имеют БПЛА вертолетного (мультикоптерного) типа с электрической силовой установкой. Характеристики малоразмерных БПЛА вертолетного типа с электрической силовой установкой по грузоподъемности, времени автономного полета, надёжности и условиям эксплуатации являются достаточными для построения на их базе недорогих радиоизмерительных комплексов.

Радиоизмерительные комплексы на основе малогабаритных БПЛА позволяют решать задачи контроля параметров состояния и режимов использования радиопередатчиков, контроля состояния занятости и загруженности радиочастотного спектра, контроля электромагнитной

и помеховой обстановки в заданных полосах частот. Использование малогабаритных БПЛА в отношении систем теле- и радиовещания, систем связи и передачи данных обеспечивает определение зон и оценку качества покрытия территории соответствующими сигналами, особенно вблизи заявленных границ зон покрытия радиопередающих устройств. В отношении спутниковых навигационных систем возможно решение задач оценки электромагнитной и помеховой обстановки в полосах частот Глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), что позволяет оценивать и прогнозировать доступность радионавигационного поля в районе применения навигационной аппаратуры потребителей услуг ГНСС. В отношении экологических проблем возможно решение задач исследования состояния электромагнитной экологии в зонах проживания людей вблизи передающих радиосистем.

Указанные выше, в том числе социально важные, задачи могут эффективно решаться при помощи относительно недорогих малогабаритных радиоизмерительных систем на базе БПЛА. Опыт разработки и практического использования радиоизмерительных комплексов на базе малогабаритных БПЛА вертолетного типа показал высо-

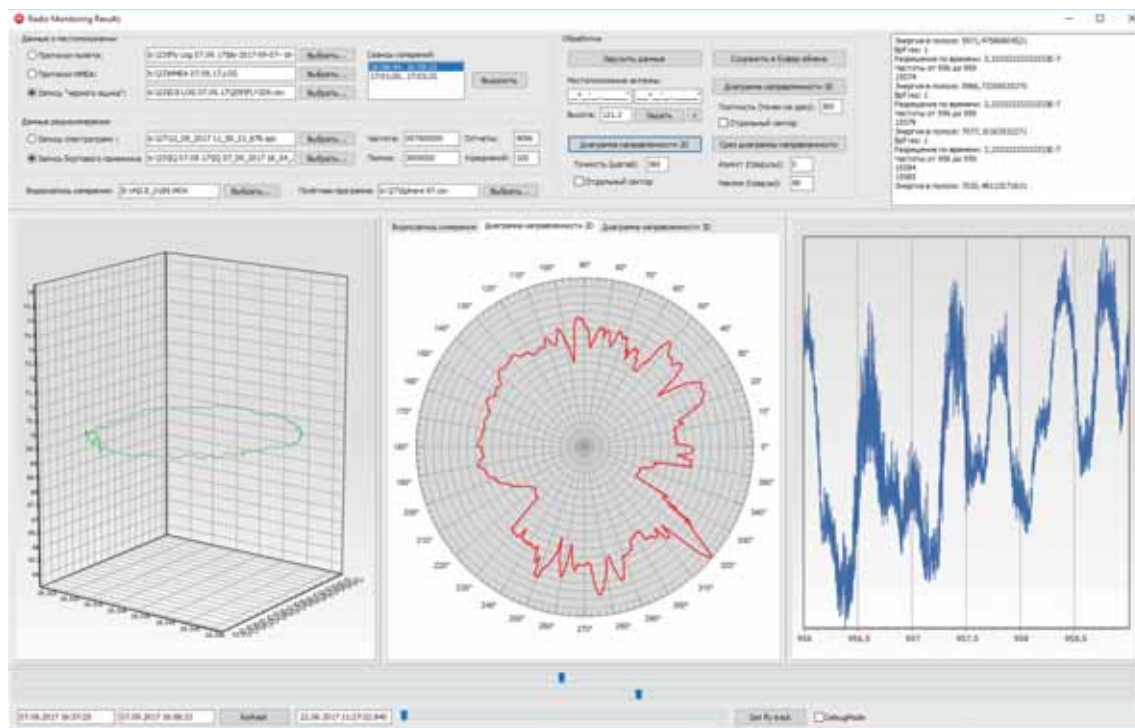


Рисунок 6 – Результаты измерений ДН антенны GSM-передатчика в горизонтальной плоскости

Результатом действующих технологий геоопенгагии является вытянутый эллипс на поверхности Земли. В данном случае, эффективная траектория сканирования представляется вытянутой вдоль его большой оси. Для сканирования (измерений), в зависимости от размеров эллипса локализации местоположения источника помехи, могут применяться как единичные комплексы, так и комплексы на базе БПЛА, включающие несколько аппаратов, работающие как одна распределенная измерительная система.

Радиоизмерительные комплексы на базе БПЛА в ряде случаев позволяют решать задачи радиотехнических измерений и радиоконтроля в сложных условиях применения, оперативно и с минимальными затратами. Возможно эффективное решение задач мониторинга состояния электромагнитного поля, оценки фактического покрытия территории сигналами эфирных и сотовых передатчиков, исследования электромагнитной совместимости больших комплексов приемо-передающего оборудования, исследования состояния электромагнитной экологии в зонах проживания людей вблизи передающих систем и множество других практических задач.

В зависимости от поставленных задач могут использоваться различные виды взлетно-подъемных платформ, различное бортовое и наземное оборудование, обеспечивающие оптимизацию как эксплуатационных, так и экономических ха-

рактеристик. Опыт разработки радиоизмерительных комплексов на базе БПЛА и опыт разработки необходимого соответствующего СПО позволяет оперативно адаптировать радиоизмерительные комплексы под различные радиоконтрольные и радиоизмерительные задачи.

#### Литература:

1. Разинков С.Н., Богословский А.В. Оптимизация маршрутов полета беспилотных летательных аппаратов при местопределении источника радиоизлучения по оценкам угловых координат с их бортов // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2015. – Т. 18. – № 4. – С. 61–66.
2. Сечин А.Ю., Дракин М.А., Киселева А.С. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. [Электронный ресурс] // «Ракурс», Москва, Россия. 2011. URL: [http://www.racurs.ru/www\\_download/articles/UAV\\_2.pdf](http://www.racurs.ru/www_download/articles/UAV_2.pdf)

#### Literature:

1. Razinkov S. N., Bogoslovsky A.V. Optimization of flight routes of unmanned aerial vehicles when locating the source of radio emission according to estimates of angular coordinates from their sides //Physics of wave processes and radio engineering systems, 2015. – Vol. 18. – No. 4. Pp. 61–66.
2. Sechin A. Yu., Drakin M. A., Kiseleva A. S. Unmanned aerial vehicle: application for aerial photography for mapping. [Electronic resource] // “RAKURS”, Moscow, Russia. 2011. URL: [http://www.racurs.ru/www\\_download/articles/UAV\\_2.pdf](http://www.racurs.ru/www_download/articles/UAV_2.pdf)

# РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ РЛС ПРИ ОТРАЖЕНИИ СИГНАЛА ОТ ПОКРЫТИЯ С УПРАВЛЯЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ RESULTS OF THE SIMULATION RADAR WHEN THE SIGNAL IS REFLECTED FROM THE COVERAGE WITH CONTROLLED PARAMETERS

Алёшкин А.П., д.т.н., профессор., Иванов А.А., к.т.н., Гусаков В.М., к.т.н., Семёнов А.А. к.т.н.,  
 Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского.  
 Alesnkin A.P., d.t.s., prof., Ivanov A.A., k.t.s., Gooseneck V.M., k.t.s., Semenov A.A., k.t.s.,  
 Mozhaitskiy Military Space Academy, St. Petersburg, 197082, Russia,  
 e-mail: semenv.aleksand@mai.ru

В статье рассмотрено имитационное моделирование отражения ЛЧМ сигнала от однослойного покрытия с управляемыми параметрами. Модель позволяет обработать сигнал на выходе коррелятора радиолокационной станции (РЛС) без учета среды распространения. Моделирование отражения ЛЧМ сигнала от среды с управляемыми параметрами показывает принципиальную возможность создания ложных целей для РЛС без использования активных средств переизлучения зондирующего сигнала

The article deals with the simulation of the reflection of the LPM signal from a single-layer coating with controlled parameters. The model allows to process the signal at the output of the radar correlator without taking into account the propagation medium. Simulation of the reflection of the LPM signal from the medium with controlled parameters shows the principal possibility of creating false targets for radar without the use of active means of reemission of the probing signal.

**Ключевые слова:** РЛС, покрытие, управляемые параметры

**Keywords:** radar, cover, the controlled parameters

В настоящее время в радиолокации для зондирования пространства широко используется ЛЧМ сигнал. Использование данного типа сигнала обусловлено простотой его формирования и обработки, возможностью гибкого управления параметрами сигнала, а также высокой помехоустойчивостью [1, 2]. В статье рассмотрено влияние однослойного покрытия на металлической подложке с управляемой диэлектрической проницаемостью на прием отраженного от покрытия сигнала без учета его затухания на трассе распространения. В качестве таких покрытий возможно применение сегнетоэлектрических пленок, ферритовых покрытий или покрытий с отрицательной диэлектрической проницаемостью. Конкретные покрытия в статье не рассматриваются.

При использовании сигнала ЛЧМ время распространения зондирующего импульса до цели

и обратно рассчитывается через разность частот гетеродина и отраженного сигнала. На рисунке 1а на верхнем графике представлены зависимости частоты от времени излученного и отраженного от цели сигнала. На нижнем графике представлена зависимость частоты опорного генератора от времени, при этом для упрощения задержка опорного сигнала не учитывается. Во время приема сигнала, отраженного от неподвижной цели, разность частот сигнала и генератора будет постоянной во времени и будет зависеть только от времени задержки между излученным и принятым сигналами. В результате на выходе смесителя мы получим корреляционный пик на частоте, равной разности частот опорного генератора и принятого сигнала, который схематично представленный на рисунке 1б.

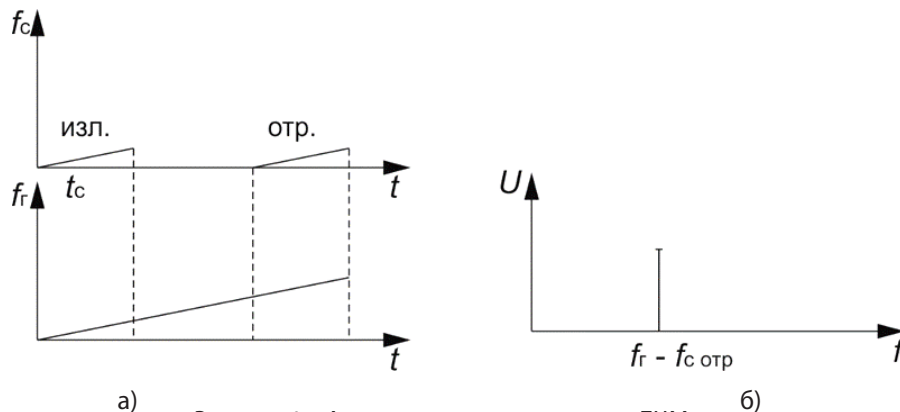


Рисунок 1 – Алгоритм приема сигнала ЛЧМ

ной диэлектрической проницаемостью до 100 при различных углах наклона, не превышает 100 пс, если учитывать только те отраженные составляющие, в которых содержится 99 % энергии падающей волны. Таким образом, при исследовании реальных ЛЧМ сигналов с длительностью импульса от 50 нс формулу (1) возможно упростить за счет того, что бесконечную сумму в выражении можно рассматривать как ряд Неймана, предварительно вынеся левый множитель за знак суммы:

$$R = R_0 + \frac{D_0 D_1 (\pm 1) e^{i2kd_2}}{1 - (\pm 1) R_1 e^{i2kd_2}}, \quad (6)$$

На основе указанных соотношений был построен алгоритм определения влияния изменения диэлектрической проницаемости рассмотренной структуры на выходной сигнал коррелятора РЛС, использующей ЛЧМ сигнал.

Для моделирования было принято: длительность зондирующего импульса – 200 нс; диапазон частот ЛЧМ – 1–1,3 ГГц; диапазон изменения диэлектрической проницаемости – 2–10; толщина покрытия 20 мм; покрытие перпендикулярно распространению волны, волна, падающая на структуру Н-поляризована; дальность до цели – 300 м.

Изначально в программе формируется массив, состоящий из 32768 элементов (число элементов кратно степени 2 для упрощения процедуры расчета быстрого преобразования Фурье). Каждому элементу массива присваивается время задержки относительно начала измерения, при этом первый элемент имеет время, равное времени  $t_3$ . Дискретность временных интервалов определяется как длительность импульса, деленная на 4096, таким образом на импульс приходится 4096 временных интервалов. Остальные элементы массива необходимы

для учета отражения от других точек цели, находящихся позади цели. В массив данных записываются значения неискаженного отраженного сигнала ЛЧМ в сформированные временные отчёты и значения относительной диэлектрической проницаемости, которая изменяется по выбранному закону.

После формирования исходных данных на каждый отчет времени рассчитывается комплексный коэффициент отражения по формуле (6) и далее с учётом модуля коэффициента отражения и задержки фазы сигнала по формуле (1) – искаженный ЛЧМ сигнал.

На следующем этапе происходит поэлементное умножение массива значений опорного и искаженного сигналов, после чего рассчитывается быстрое преобразование Фурье от полученного смешанного сигнала.

Для пересчета полученных значений частот в дальность частоту спектра необходимо умножить на скорость света и разделить на угол наклона частотной кривой. В результате расчетов наблюдается корреляционный пик на отметке 300 м, что свидетельствует о корректном расчете выхода коррелятора и правильному переводу частоты в дальность.

На рисунке 3 показан сигнал на выходе коррелятора РЛС в случае модулирования параметров покрытия гармоническим сигналом с частотой 50 МГц. На графике видно появление боковых составляющих на выходе коррелятора как у амплитудно-модулированного сигнала, которые при обработке возможно принять за другие цели.

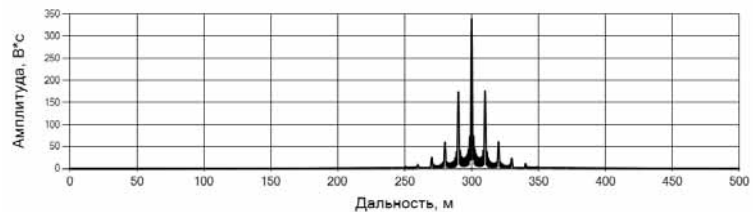


Рисунок 3 – Сигнал на выходе коррелятора РЛС в случае модулирования параметров покрытия гармоническим сигналом с частотой 50 МГц

При увеличении частоты управления параметрами покрытия увеличивается расстояние между боковыми составляющими. Таким образом, при изменении частоты модуляции параметрами покрытия возможно изменение положения ложных меток на выходе коррелятора.

Следовательно, моделирование отражения ЛЧМ сигнала от среды с управляемыми параметрами показывает принципиальную возможность создания ложных целей для РЛС без использования активных средств переизлучения зондирующего сигнала.

#### Литература:

1. Бородавкин Л.В., Бондаренко А.П. Уточненная зависимость разностной частоты от дальности и скорости для сигнала с линейной частотной модуляцией. // М.: Труды МАИ, № 89, 2016. – С. 15–25.
2. Невзоров В.И., Савочкин П.В., Бакурский К.В., Капылов Е.Л., Семенов А.А. Передача фазы сигнала опорного генератора в разнесенных РЛС // Вопросы радиоэлектроники Серия Радиолокационная техника (РЛТ), № 9, 2015. – С. 41–45.
3. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. М.: «Наука», 1973.
4. Зернов Н.В., Юрков Ю.А., Джунь В.И. Теория радиотехнических цепей и сигналов. Л.: МО, 1990.

# ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ МАГНИТНОГО МОМЕНТА ОБЪЕКТОВ ВВСТ ABOUT FEATURES OF METROLOGICAL SUPPORT MEASUREMENTS OF THE MAGNETIC MOMENT OF WMST OBJECTS

Затеев А.А., АО «МЕРА», Иванов Ю.М., к.т.н., АО «МЕРА»,  
Матисов В.Я., д.т.н., ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»  
Zateev A.A., Ivanov Yu.M., k.t.s., JSC «MERA»,  
Matisov V.Ya., d.t.s., «Military Naval Academy»  
тел.(812) 369-88-38, e-mail: mail@mera.spb.ru

*В статье рассмотрены актуальность и особенности измерений магнитного момента объектов ВВСТ с акцентом на проблемы терминологического описания и метрологического обеспечения таких измерений.*

*The article deals with the relevance and features of measuring the magnetic moment of WMST objects with an emphasis on the problems of terminological description and metrological support of such measurements.*

**Ключевые слова:** измерения, магнитный момент, метрологическое обеспечение.

**Keywords:** measurements, magnetic moment, metrological support.

Актуальность измерений характеристик материальных объектов вообще и магнитных моментов (ММ) ферромагнитных (ф/м) объектов, в частности, определяется двумя гносеологическими тезисами:

- знание лучше, чем незнание;
- следствие может быть объективно понято только при достоверной информации о причине, его породившей.

В рассматриваемой предметной области «следствием» выступает магнитное поле (МП) ф/м объекта, а «причиной» – его намагниченность, интегральным показателем которой является магнитный момент.

Применительно к объектам вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) эта актуальность реализуется, в частности, в нескольких вполне определенных тактических задачах:

- магнитометрический поиск неразорвавшихся боеприпасов;
- магнитометрический поиск (локализация) подводных объектов;
- оценка магнитометрической скрытности (скрытности от магнитометрических средств обнаружения) подводных объектов.

Иллюстрацией к задаче поиска неразорвавшихся боеприпасов может служить таблица из журнала «Спецтехника и связь» [1], в которой приводятся значения ММ некоторых типов артиллерийских снарядов и мин, находящихся на вооружении армий НАТО. Заметим, что данная задача имеет некоторые (хотя и не принципиальные)

особенности в силу малости величин ММ боеприпасов по сравнению с ММ подводных объектов.

Иллюстрацией к задачам поиска и оценки скрытности подводных объектов служит математическое выражение взаимосвязи дальности магнитометрического обнаружения объекта  $D$  (в метрах) и его магнитного момента  $M$  (в единицах  $\text{кАм}^2$ ):

$$D = \sqrt[3]{\frac{10^5 \cdot M}{m \cdot \Delta T}},$$

где  $\Delta T$  – чувствительность магнитометра, нТл;  
 $m$  – соотношение сигнал/помеха на его входе.

Из приведенного выражения очевидно, что ММ, как физическая величина, интегрально характеризующая магнитное состояние подводного объекта, является, с одной стороны, объективным критерием магнитометрической скрытности объекта, а с другой стороны – исходной величиной при определении параметров магнитометрического поиска подводных объектов на этапе его планирования. Следовательно, для ВМФ весьма актуальны знания величин магнитных моментов подводных объектов, а получить эти знания можно только путём измерений ММ.

Измерения магнитного момента имеют ряд особенностей.

1. По терминологии РМГ 29-2013 (п. 4.20) [2] измерения ММ относятся к категории косвенных измерений. Они включают:

- определять предполагаемую эффективность внедрения, что не всегда является простой задачей, и принимать решение о приобретении лицензии;

- согласовывать с патентообладателем стоимость приобретаемой лицензии;

- принимать решение о будущем специалистов предприятия, оказавшихся неспособными предложить конкурентное техническое решение по требуемой задаче, т.к. иногда внедрение «чужого» высокоэффективного патента может заменить деятельность целого отдела специалистов.

Субъективные аспекты вытекают из психологии участников процесса, в частности:

- в) отсутствует заинтересованность специалистов предприятий во внедрении «чужих» запатентованных научно-технических решений, т.к. такое внедрение ставит под сомнение их собственную компетентность. Такие специалисты, пользуясь недостаточной компетентностью руководителей предприятий в метрологических технологиях, либо не информируют, либо дезинформируют их по новым, но «чужим» решениям;

- г) отсутствует заинтересованность патентных служб предприятий во внедрении «чужих» запатентованных технических решений, т.к. они должны разделять техническую политику предприятия (см. п.п. а) и б)). Соответственно, они не ищут «чужие» патенты для целей внедрения, а нацелены только на работу по патентованию решений собственного предприятия.

Если оставить перечисленные выше факторы внедрения инноваций в качестве некоторого отрицательного фона, который возможно изменить определёнными экономическими и организационными мерами, то специалистам-метрологам необходимо сосредоточиться на решении именно метрологических проблем.

Возможно ли их решение в кратчайшие сроки, например, в ближайшие три – пять лет? Наш ответ – да, возможно.

Такие научно-технические решения уже найдены, они защищены патентами РФ, патентообладатель – АО «Мера», г. Санкт-Петербург. Работы в этом направлении ведутся уже 20 лет, а первый патент получен в 2002 году. При этом мы акцентируем внимание на использовании трех-

компонентных феррозондовых магнитометров, как наиболее информативных, простых и мало-затратных с точки зрения применяемых методик измерений.

Таким образом, способы решения указанных выше измерительных задач при магнитометрической оценке скрытности и локализации подводных объектов разработаны, и их необходимо внедрять в практику МЛО измерений ММ в условиях эксплуатации подводных объектов. Для этого предлагаются следующие организационно-технические мероприятия:

- принятие решения об отнесении магнитометрических систем поиска подводных объектов, неразорвавшихся мин и снарядов, к измерительным системам;

- создание рабочих средств измерений ММ и переносных трехкомпонентных мер (рабочих эталонов) ММ с требуемыми диапазонами воспроизведения ММ для использования в условиях эксплуатации подводных объектов;

- метрологическая аттестация и государственная регистрация методик измерений ММ;

- внедрение способов бездемонтажной поверки средств измерений ММ;

- создание и аттестация натурных испытательных стендов (полигонов) для проведения измерений ММ подводных объектов, а также модельных стендов для отработки методик измерений и их метрологической аттестации.

#### Литература:

1. Звежинский С.С., Парфенцев И.В. Метод магнитометрического обнаружения взрывоопасных предметов / Специальная техника и связь, 2008, № 2. – С. 8–17.
2. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения / М, «Стандартинформ», 2014.
3. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции / М, «Стандартинформ», 2014.
4. Федеральный закон 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
5. Иванов Ю.М., Семенов В.Г. О метрологических особенностях выбора методов поиска ферромагнитных объектов // Материалы XI Всероссийской научно-технической конференции, / п. Поведники, Моск. обл., 2016. – С. 50–54.

**ГЛАВА МЕЖДУНАРОДНОГО БЮРО МЕР И ВЕСОВ  
МАРТИН МИЛТОН ПОСЕТИЛ ФГУП «ВНИИФТРИ»**



**МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, 28 февраля 2020 г.** – ФГУП «ВНИИФТРИ» с рабочим визитом посетили директор Международного бюро мер и весов (МБМВ) г-н Мартин Милтон и директор Отделения времени МБМВ г-жа Патиция Тавелла.

Размышляя о высокой скорости, с которой происходят изменения в 21-м веке, можно сказать, что «единственное, что постоянно – сами изменения». Не являются здесь исключением потребности в метрологии, и то, каким образом они удовлетворяются: вызовом является предоставление динамично развивающемуся миру преимуществ стабильной и точной системы измерений.

Удовлетворение многих потребностей общества связано с новыми технологиями, и что существенно, – так это их поддержка доступными стабильными и точными измерениями. Ключевым фактором прогресса в области высоких технологий является точное знание динамично меняющихся величин, касается ли это движений высокоскоростного двигателя, вращающего диск, или различных вариантов подачи и потребления электроэнергии, получаемой от возобновляемых источников, или решения задач, направленных на улучшение состояния окружающей среды, повышения эффективности топлива, используемого в аэрокосмической промышленности. Всё воз-

растающую роль динамично изменяющиеся величины играют также в традиционных отраслях промышленности, например, для динамического взвешивания грузовых автомобилей и поездов, для мониторинга возникновения вибрации и воздействий от шин и двигателей автомобилей. Эти области применения динамических измерений связаны с определенными проблемами. Применение высокоточных эталонов, имеющих долгосрочную стабильность, в соединении с динамическими измерениями, проводимыми «по месту» в повседневной жизни, представляется непростой задачей, требующей больших инноваций.

Чтобы ответить на вызовы в области измерений в динамичном мире, нам всем потребуются динамичные люди в динамичных организациях.

В ходе пребывания гости побывали в специальном научном комплексе, где хранится Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1, который был модернизирован в 2018 году и по состоянию на сегодняшний день входит в тройку лучших эталонов ведущих лабораторий времени мира. Иностранные специалисты познакомились с новейшими достижениями института в области разработки стандартов частоты, а также с новыми средствами передачи единиц времени и частоты.

В рамках визита состоялось совещание с участием руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) Алексея Абрамова, на котором обсуждались перспективы взаимодействия Главного метрологического центра Государственной службы времени, частоты и определе-

ния параметров вращения Земли (ГМЦ ГСВЧ) и МБМВ в области обеспечения единства измерений времени и частоты и отмечена особая важность международного сотрудничества в этой сфере.

Участники совещания также обсудили вопрос реализации 2-й Резолюции 26 Генеральной Конференции по Мерам и Весам «Об определении шкал времени» и целесообразности введения непрерывной международной шкалы времени UTC\* для потребителей информации о точном значении времени во всех странах, в первую очередь, в сфере навигационных систем. На совещании была отмечена необходимость проработки последствий такого перехода для разных групп пользователей, а также необходимость проведения подготовительных мероприятий для поэтапного введения непрерывной шкалы времени.

По итогам совещания представители МБМВ выразили благодарность за организацию визита и возможность ознакомиться с лабораторной базой ФГУП «ВНИИФТРИ», отметили возрастающий вклад института, в формирование шкалы Всемирного координированного времени UTC за счет совершенствования технических средств ГЭТ 1.

---

\* UTC – это всемирное координированное время, стандарт, по которому общество регулирует часы и время на Земле. От UTC отсчитываются часовые пояса. UTC заменил устаревшее время по Гринвичу (GMT). UTC расшифровывается как Coordinated Universal Time (по-английски) или Temps universel coordonné (по-французски).

## 6 -Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ



В Подмоскowie в парке «Патриот» по инициативе Министра обороны Сергея Шойгу пройдет 6-й Международный военно-технический форум «Армия-2020». За 5 лет форум превратился в крупнейшую военную выставку в мире. В 2019 году комплексная выставка вооружений побила несколько собственных рекордов, в том числе по сумме заключенных контрактов.

Отличие «Армии-2020» от прочих российских и зарубежных выставок вооружений в том, что здесь за пять лет созданы уникальные возможности для демонстрации вооружений в действии. Это стрелковые тир, танковые директрисы, полигоны, отдельная авиационная экспозиция, созданная на военном аэродроме Кубинка. В результате у разработчиков и производителей оружия есть возможность не только показать свою продукцию на стенде, но и продемонстрировать все, на что она способна в деле.

Форум развивается. Каждая следующая выставка становится более масштабной, серьезно растет уровень переговоров, обсуждений, международного сотрудничества, взаимодействия предприятий. Форум – это уникальная площадка, позволяющая вести работу не только в виде переговоров, но и смотр образцов, в том числе и возможность их испытать, что-то использовать или посмотреть на полигоне. Это уникальная площадка и таких площадок в мире больше нет.

### ЦЕЛИ ФОРУМА:

- содействие техническому переоснащению и повышению эффективности деятельности Министерства обороны Российской Федерации;
- стимулирование инновационного развития оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации;
- стимулирование деятельности молодых перспективных специалистов научно-исследовательских организаций Минобороны России и ОПК;
- развитие военно-технического сотрудничества Российской Федерации с иностранными государствами;
- патриотическое воспитание граждан;
- формирование позитивного имиджа Минобороны России как современной и динамично развивающейся структуры и популяризация службы в Вооруженных Силах Российской Федерации (ВС РФ).

### ЗАДАЧИ ФОРУМА:

- обеспечить участие предприятий и организаций российской промышленности, ориентированных на выпуск продукции в интересах Минобороны России;
- обеспечить участие иностранных производителей в целях развития кооперации предприятий ОПК и трансфера технологий;

– представить новые технологии, материалы и достижения других отраслей науки и промышленности для внедрения их в производство на предприятиях ОПК;

– обеспечить условия для всестороннего анализа импортной продукции и технологий в целях опытной эксплуатации в интересах Минобороны России;

– обеспечить посещение Форума специалистами органов военного управления, воинских частей и подведомственных организаций Минобороны России;

– обеспечить участие делегаций иностранных государств;

– обеспечить посещение Форума всеми категориями граждан Российской Федерации;

– продемонстрировать идеологию и предпринимаемые практические шаги по преобразованию Вооруженных Сил Российской Федерации;

– продемонстрировать максимально возможный спектр вооружения, военной и специальной техники из наличия Минобороны России.

#### ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

1. Беспилотные летательные аппараты и комплексы. Робототехнические комплексы.

2. Биотехнологии.

3. Боеприпасы всех видов и родов войск.

4. Вооружение и средства РХБ защиты.

5. Вооружение и техника Военно-морского Флота.

6. Вооружение и техника Воздушно-десантных войск.

7. Вооружение и техника Воздушно-космических сил.

8. Вооружение и техника Ракетных войск стратегического назначения.

9. Вооружение и техника Сухопутных войск.

10. Двигателестроение в оборонно-промышленном комплексе.

11. Информационные, телекоммуникационные и навигационные технологии. Геоинформационные системы.

12. Комплексные лаборатории, тренажеры, симуляторы, технические средства обучения и обеспечения боевой подготовки в Вооруженных Силах Российской Федерации (ВС РФ). Полигонное оборудование.

13. Лазерные технологии.

14. Материалы и комплектующие в оборонной промышленности.

15. Машиностроение в интересах оборонно-промышленного комплекса.

16. Медицинское обеспечение Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ).

17. Модернизация и ремонт боевой техники и вооружения.

18. Нелетальное оружие.

19. Обеспечение безопасности военных объектов и военной службы.

20. Оборудование и технологии утилизации вооружения, военной техники и боеприпасов.

21. Оптика. Оптико-электронное оборудование и системы.

22. Подготовка кадров в интересах ВС РФ и ОПК.

23. Приборостроение.

24. Ракетно-космические комплексы. Аэрокосмические технологии. Космические исследования в интересах Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ).

25. Спасательное оборудование для работы в условиях чрезвычайных ситуаций и катастроф, техника и средства пожаротушения.

26. Спортивные сооружения, экипировка, инвентарь.

27. Средства и техника инженерного вооружения. Дорожные, строительные и грузоподъемные средства и механизмы.

28. Средства индивидуальной и коллективной защиты.

29. Средства массовой информации.

30. Средства обеспечения деятельности военной полиции.
31. Средства систем связи и автоматизированные системы управления войсками.
32. Стрелковое оружие и средства ближнего боя.
33. Строительство, капитальный ремонт, техническое содержание и эксплуатация материально-технической базы.
34. Техника и оборудование Железнодорожных войск.
35. Техника радиоэлектронной борьбы. Средства радиоразведки.
36. Тыловое обеспечение и снабжение войск. Обеспечение жизнедеятельности личного состава, быта военнослужащих и их семей. Продовольственное обеспечение.
37. Экипировка и обмундирование военнослужащих.
38. Электроника. Радиоэлектронные технологии.
39. Энергетика. Интеллектуальная энергетика, водородная энергетика, микроисточники питания, аккумуляторные, технологии электрогенераторов.
40. Ядерно-оружейный комплекс.

В работе прошедшего российского оружейного форума «Армия-2019» приняли участие 120 государств мира. Превзойдён максимум, когда количество делегаций стран-участниц составило 118.

13.000.000.000 (в долларах США) – на такую сумму планирует поставить отечественного оружия и военной техники за рубеж к 2020 году «Рособоронэкспорт».

ФГУП «ВНИИФТРИ», ФГБУ «ГНМЦ» также были участниками «АРМИЯ-2019».

В рамках научно-деловой программы Международного военно-технического форума «Армия-2019» ФГБУ «ГНМЦ» и Управлением метрологии Вооруженных Сил Российской Федерации был проведен круглый стол на тему «Актуальные вопросы метрологического обеспечения при

создании вооружения, военной и специальной техники».

В работе Круглого стола приняли участие 34 представителя центральных органов военного управления, научно-исследовательских, испытательных и образовательных организаций Минобороны России и 42 представителя предприятий оборонно-промышленного комплекса (всего – 76 участников). С докладом «Требования к метрологическому обеспечению ВВСТ» выступил Щеглов Д.М. В докладе говорилось об эффективной организации метрологического обеспечения процессов разработки и производства ВВСТ, которая достигается путем научно обоснованного задания, полного и точного выполнения соответствующих метрологических требований.

Участникам круглого стола:

- доведены подходы к формированию требований по метрологическому обеспечению при разработке вооружения, военной и специальной техники (далее – ВВСТ);
- предложены алгоритмы реализации исполнителями ОКР требований Минобороны России к образцам ВВСТ в части метрологического обеспечения;
- разъяснен порядок и формы оценки соответствия метрологического обеспечения разрабатываемых образцов ВВСТ требованиям, установленным в ТТЗ на ОКР, проводимой разработчиками (организациями ОПК) и заказчиком (НИО Минобороны России).

В ходе Круглого стола проведен обмен мнениями по направлениям совершенствования нормативно-технических документов в области задания требований по метрологическому обеспечению.

Также на Форуме Главный метрологический центр Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГМЦ ГСВЧ) во ВНИИФТРИ Росстандарта представил



разработки по созданию прототипа мобильного оптического стандарта частоты (МОСЧ). Поскольку приборов такого класса в России пока нет, можно сказать, что это оптические стандарты частоты (ОСЧ) нового поколения.

Ученые ВНИИФТРИ рассказали о процессе создания оптического стандарта частоты, принципах его работы и перспективах использования его миниатюрной версии.

В тройку лучших в мире вошла национальная шкала времени, формируемая Государственной службой времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ) на основе Государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени во ВНИИФТРИ Росстандарта. Об этом говорят данные Международных ключевых сличений шкал времени ССТФ-K001.UTC, проводящихся Международным бюро мер и весов (МБМВ).

«Это стало возможно благодаря включению в состав эталона новых технических средств разра-

ботанных во ФГУП «ВНИИФТРИ»: рубидиевых хранителей и реперов частоты фонтанного типа; оптического репера частоты на холодных атомах стронция; эталонного комплекса времени и частоты на основе новейших стандартов частоты и времени водородных активного типа. Модернизация Государственного первичного эталона времени и частоты, а также изменения в алгоритмах формирования вывели национальную шкалу времени UTC(SU) в число лучших по точности среди наиболее развитых стран», – отметил Генеральный директор ФГУП «ВНИИФТРИ», Сергей Донченко.

МБМВ рассчитывает шкалы Международного атомного времени (TAI) и Всемирного Координированного времени (UTC) на основе измерений около 450 атомных часов, сосредоточенных более чем в 80 институтах всего мира. В современных стандартах частоты для воспроизведения и хранения размеров единиц используются квантовые переходы между определенными энергетическими состояниями атомов. Наиболее точными и стабильными на сегодняшний

день являются цезиевые, водородные и рубидиевые стандарты, а также оптические реперы частоты, которые являются основой национальных эталонов развитых стран, и используются при формировании национальных шкал времени. Измерительная информация государственного первичного эталона, как и национальных эталонов других стран, поступает в МБМВ, которое ежемесячно публикует результаты Международных Ключевых сличений шкал времени в официальных циркулярах серии «Т». Таким образом, Российская Федерация вносит вклад в формирование TAI и UTC, а также обеспечивается прослеживаемость UTC(SU) к UTC. Смещения национальной шкалы времени относительно UTC в настоящее время находятся в пределах  $\pm 5$  наносекунд, что является одним из лучших показателей.

Все потребители страны имеют доступ к информации о точном значении времени с точностью до нескольких десятков миллисекунд. Ежедневно на четыре NTP сервера ФГУП «ВНИИФТРИ» поступает более 100 миллионов запросов на синхронизацию времени.

Сегодня самые точные стандарты частоты представляют



собой приборы наземного базирования. В будущем, доработанные и усовершенствованные, такие стандарты могут быть установлены на борту космических станций. Разработка стандартов с высокими метрологическими характеристиками открывает новые возможности для развития глобальных навигационных систем, геодезии, гравитационно-волновой астрономии, а также для дальнейших исследований в прикладной и фундаментальной физике.

**17-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО  
И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
27-29 октября 2020 г. (МВЦ «Крокус-Экспо»)**



**На выставке Testing & Control будут представлены:**

Машиностроение, станкостроение / Металлургия цветная / Металлургия черная / Строительная / Нефтегазовая и нефтехимическая / Энергетика / Электроника и электроэнергетика / Неразрушающий контроль NDT.

Также на выставке Testing & Control будет представлен широкий спектр испытательного и контрольно-измерительного оборудования.

Testing & Control – новый этап развития известной выставки Aerospace Testing & Industrial Control. Ребрендинг значительно расширяет экспозицию и увеличивает привлекательность выставки как для участников так и для посетителей выставки.

**NDT RUSSIA 2020 – 19 МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ  
с 27 по 29 октября  
Москва, МВЦ «Крокус Экспо»**

NDT Russia – эффективная площадка для демонстрации, продажи и последующего внедрения разработок в области неразрушающего контроля и технической диагностики, имеющих практическое применение в промышленности. NDT Russia – самая посещаемая в России и странах ближнего зарубежья международная выставка оборудования для неразрушающего контроля и технической диагностики.

Участники выставки – ведущие российские и зарубежные производители и поставщики оборудования и технологий для неразрушающего контроля и технической диагностики в различных отраслях промышленности.

Разделы выставки:

- Неразрушающий контроль
- Лабораторный контроль

- Экологическая диагностика
- Измерения и испытания
- Услуги в области промышленной безопасности

В рамках деловой программы выставки NDT Russia пройдут круглые столы по актуальным вопросам применения НК в различных отраслях. На демонстрационной площадке компании-участницы смогут провести презентации и тест-драйвы, нацеленные на продвижение своей продукции среди целевой аудитории.

Высокое качество и престиж NDT Russia подтверждается присвоенными выставке знаками Всемирной Ассоциации выставочной индустрии (UFI) и Российского Союза выставок и ярмарок (РСВЯ).



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
НАУЧНЫЙ  
ЦЕНТР  
РФ



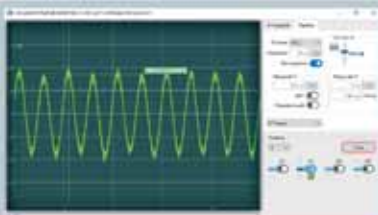
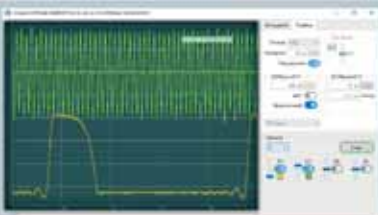
### С8-203 и С8-205 ОСЦИЛЛОГРАФЫ ЦИФРОВЫЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ

- ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВЫПОЛНЕНИЯ НИОКР
- РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ
- ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ
- ВЫПОЛНЕНИЕ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ, ДИАГНОСТИЧЕСКИХ И РЕМОНТНЫХ РАБОТ

- ПРОИЗВОДИТЕЛЬ: ФГУП «ВНИИФТРИ», РОССИЯ
- НОМЕР В ГОСРЕЕСТРЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ: 64765-16 (С8-203) И 64767-16 (С8-205)
- ВОЗМОЖНОСТЬ ИНТЕГРАЦИИ В АСУ ТП (АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ) И ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ ПРЕДПРИЯТИЯ
- ВОЗМОЖНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ АДАПТАЦИИ ОСЦИЛЛОГРАФОВ ПОД СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

- ГАРАНТИЙНОЕ И ПОСЛЕГАРАНТИЙНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ (СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР)
- ВНЕСЕНЫ В РАЗДЕЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ФОНДА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЕДИНСТВА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ В ОБЛАСТИ ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА
- ШИРОКИЙ НАБОР ОПЦИЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ

|                                    |                              |         |
|------------------------------------|------------------------------|---------|
| КОЛИЧЕСТВО КАНАЛОВ                 | модели С8-203/2, С8-205/2    | 2       |
|                                    | модели С8-203/4, С8-205/4    | 4       |
| ПОЛОСА ПРОПУСКАНИЯ                 | модели С8-203/2, С8-203/4    | 350 МГц |
|                                    | модели С8-205/2, С8-205/4    | 500 МГц |
| МАКСИМАЛЬНАЯ ЧАСТОТА ДИСКРЕТИЗАЦИИ | на каждый канал              | 2,5 ГГц |
|                                    | в режиме объединения каналов | 5 ГГц   |



СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (СПО) ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ. ЕДИНЬЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ РАБОТЫ С ОСЦИЛЛОГРАФАМИ СЕРИИ С8-203 И С8-205, А ТАКЖЕ С ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ



тел.: +7 (495) 944-53-63, +7 (903) 145-95-17  
WWW.ОСЦИЛЛОГРАФ-ВНИИФТРИ.РФ  
E-MAIL: OPTC@VNIIFTRI.RU

**WWW.VNIIFTRI.RU**

ТЕЛ.: (495) 526-63-63, ФАКС: (495) 660-00-92  
E-MAIL: OFFICE@VNIIFTRI.RU



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
Научный  
Центр  
РФ

**ЗАПУЩЕН СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
ПОРТАЛ ВЫСОКОТОЧНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ  
РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**WWW.ОСЦИЛЛОГРАФ-ВНИИФТРИ.РФ**



РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ



ТОЧНОСТЬ  
КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



ЭТАЛОНЫ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ



ПРИБОРЫ ДЛЯ ПОВЕРКИ  
СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ



ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ  
ИЗМЕРЕНИЯ



ПРИБОРЫ ДЛЯ ПОВЕРКИ  
МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ



ОПТИЧЕСКАЯ  
И ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА



ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК  
ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ



ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЙ



МЕТРОЛОГИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ



КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКИХ  
ПАРАМЕТРОВ



СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ



тел.: +7 (495) 944-53-83, +7 (903) 145-95-17

**WWW.ОСЦИЛЛОГРАФ-ВНИИФТРИ.РФ**

e-mail: OPTC@VNIIFTRI.RU

**WWW.VNIIFTRI.RU**

тел.: +7 (495) 526-63-63

факс: +7 (495) 660-00-92

e-mail: OFFICE@VNIIFTRI.RU

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

**Журнал «Вестник метролога»** издается и распространяется на русском языке с 2005 года.

В журнале «Вестник метролога» публикуются научные статьи по всем разделам метрологии. К публикации принимаются законченные оригинальные работы по фундаментальным исследованиям в области метрологии; научные статьи, содержащие новые экспериментальные результаты; методические работы, включающие описание новых методик выполнения измерений; материалы теоретического характера с изложением новых принципов, подходов к обеспечению единства и точности измерений и др. Статья должна содержать четкую постановку задачи и выводы с указанием области применения результатов.

1. Направляя свою статью в журнал, автор подтверждает, что присланный в редакцию материал ранее нигде не был опубликован (за исключением статей, представленных на научных конференциях, но не опубликованных в полном объеме, а также тех, которые приняты к публикации в виде материалов научной конференции, обычно в форме тезисов, части лекции, обзора или диссертации) и не находится на рассмотрении в других изданиях.

Автор дает согласие на издание статьи на русском языке в журнале «Вестник метролога». При согласовании отредактированной статьи автор должен сообщить в редакцию по электронной почте о согласии на публикацию на русском языке.

Подавая статью, автор должен ставить в известность редактора о всех предыдущих публикациях этой статьи, которые могут рассматриваться как множественные или дублирующие публикации той же самой или близкой по смыслу работы. Автор должен уведомить редактора о том, содержит ли статья уже опубликованные материалы. В таком случае в новой статье должны присутствовать ссылки на предыдущую публикацию.

Все представленные статьи рецензируются. Датой принятия статьи считается дата получения положительной рецензии.

При разногласиях между автором и рецензентами окончательное решение о целесообразности публикации статьи принимает редакционный совет журнала. В случае отклонения статьи редакционным советом дальнейшая переписка с автором прекращается.

Авторам, гражданам России, следует представить экспертное заключение о том, что работа может быть опубликована в открытой печати. Экспертное заключение может быть прислано в печатном виде или по электронной почте в сканированном виде.

Публикация статей в журнале осуществляется бесплатно.

Оттиски опубликованных статей авторам не высылаются.

2. Статьи в редакцию следует представлять в напечатанном виде в 2-х экземплярах с приложением электронного носителя CD-R/CD-RW или присылать по электронной почте. Все файлы должны быть проверены антивирусной программой!

Объем статьи, включая аннотации на русском и английском языках, таблицы, подписи к рисункам, библиографический список, не должен превышать 15 машинописных страниц, количество рисунков – не более 4-х (рисунки а, б считаются как два).

Аннотация должна быть краткой, не более 10 строк (до 250 слов), коротко и ясно описывать основные результаты работы. Ключевых слов – не более 7.

Название статьи, фамилии авторов, место работы, аннотация, ключевые слова и литература должны быть приведены на русском и английском языках.

Материал статьи – текст, включая аннотации на русском и английском языках, список литературы, подписи к рисункам и таблицы, оформляются одним файлом, графические материалы – отдельными файлами с соответствующей нумерацией (рисунок 1, рисунок 2, таблица 1 и т. д.).

Статья должна содержать УДК.

Статья должна быть подписана автором (авторами) с указанием фамилии, имени и отчества полностью, ученой степени, ученого звания, места работы, контактных телефонов, электронного адреса.

3. При подготовке материалов должны быть использованы следующие компьютерные программы и нормативные документы.

Текстовый материал должен быть набран в Microsoft Office Word 2007 (или более поздние версии); шрифт основного текста Times New Roman, размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине; параметры страницы – верхнее поле 2,3 см, нижнее 2,3 см, левое 3,9 см, правое 1,5 см; для оформления текста можно использовать курсив или полужирный.

Статьи должны присылаться с минимумом форматирования, без использования стилей и шаблонов.

Все условные обозначения, приведенные на рисунках и таблицах необходимо пояснить в основном или подрисовочных текстах. Размер рисунка не должен превышать 14×20 см. Слова «рисунок» и «таблица» пишутся полностью (без сокращений).

Формулы должны быть набраны в MS Word с помощью над- и подстрочных знаков, специальных символов или в программе MathType (версия 4.0 и выше). Показатели степеней и индексы должны быть набраны выше или ниже строки буквенных обозначений, к которым они относятся: K12, A3, B2.

Формулы должны быть единообразными и целыми, т. е. недопустимо величины в одной формуле набирать в разных программах.

После формулы должна быть приведена экспликация (расшифровка всех приведенных буквенных обозначений величин). Последовательность расшифровки буквенных обозначений должна соответствовать последовательности расположения этих обозначений в формуле.

Нумеровать следует только наиболее важные формулы, на которые есть ссылка в последующем тексте.

Таблицы (и ссылки на них) должны иметь последовательные порядковые номера и заголовки.

Единицы измерений и буквенные обозначения физических величин должны отвечать требованиям ГОСТ 8.417–2002 «ГСИ. Единицы величин», а термины – требованиям соответствующих государственных стандартов.

В библиографических ссылках фамилии авторов и названия журналов и книг следует указывать в оригинальной транскрипции. Ссылки дают в соответствии с ГОСТ 7.0.5–2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Для книг указывают фамилию и инициалы автора, заглавие, том (часть, выпуск), место, название издательства, год издания. Для журнальных статей – фамилию и инициалы автора, названия статьи и журнала, год издания, том или часть, номер (выпуск), страницы.

Ссылки в тексте на источники, указанные в списке используемой литературы, отмечаются цифрами в квадратных скобках, в порядке упоминания в тексте, например [1], [2–4].

В библиографическом списке должно быть указано не менее 2–3 работ, опубликованных за последние 10 лет по данной тематике.

## NOTE AUTHORS

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

«Vestnik Metrologa» scientific articles according to all sections of metrology are published in the magazine. To the publication the finished original operations on basic researches in the field of metrology are accepted; the scientific articles containing new experimental results; the methodical operations including the description of new techniques of execution of measurements; materials of theoretical character with presentation of the new principles, approaches to support of unity and accuracy of measurements, etc. Article shall contain accurate problem definition and outputs with specifying of a scope of results.

Sending the article to log, the author confirms that the material sent to edition wasn't published earlier anywhere (except for the articles provided at scientific conferences, but not published in full and also those which are accepted to the publication in the form of materials of a scientific conference is normal in the form of theses, a part of a lecture, the review or the thesis) and isn't under consideration in other issuings.

The author agrees to issuing of article in Russian in Bulletin of the Metrologist log. In case of coordination of the edited article the author shall report in edition by e-mail about a consent to the publication in Russian.

Submitting article, the author shall inform the editor of all previous publications of this article which can be considered as multiple or duplicating the same publication or faithful operation. The author shall notify the editor on whether article contains already published materials. In that case at new article there shall be links to the previous publication.

All provided articles are reviewed. The date of receipt of the positive review is considered acceptance date of article.

In case of disagreements between the author and reviewers the final decision on feasibility of the publication of article is made by editorial council of log. **In case of a rejection of article by editorial council further correspondence with the author stops.**

To authors, citizens of Russia, it is necessary to provide the expert opinion that operation can be published in the open printing. The expert opinion can be sent in printed form or by e-mail in the scanned look.

The publication of articles in log is carried out free of charge.

Prints of the published articles aren't sent to authors.

**2. Articles in edition should be presented in the printed form in duplicate with application of the CD-R/CD-RW electronic medium or to send by e-mail. All files shall be checked by the anti-virus program!**

Article volume, including summaries in the Russian and English languages, tables, signatures to figures, the bibliography, shan't exceed 15 typewritten pages, quantity of figures – no more than 4 (figures and, would be considered as two). The summary shall be short, no more than 10 lines (to 250 words), shortly and it is clear to describe the main results of operation. Keywords – no more than 7.

The name of article, surname of authors and the place of operation, the summary and keywords shall be given in the Russian and English languages. Article material – the text, including summaries in the Russian and English languages, the list of references, signatures to figures

and tables, are made out by one file, graphic materials – separate files with the appropriate numbering (fig. 1, fig. 2 etc.).

Article shall contain UDC (Universal Decimal Classification).

Article shall be signed by the author (authors) with specifying of a surname, name and middle name completely, an academic degree, an academic status, the place of operation, contact phones, the e-mail address.

### 3. By preparation of materials the following computer programs and normative documents shall be used.

Text material shall be collected in Microsoft Office Word 2007 (or later versions); a font of the body text Times New Roman, type size – 14, line spacing – one-and-a-half, alignment on width; page setup – a top margin of 2,3 cm, the lower 2,3 cm, the left 3,9 cm, the right 1,5 cm; for design of the text it is possible to use italic type or bold.

To send articles with a formatting minimum, not to use styles and templates.

All reference designations given on figures need to be explained in the main or captions. The size of a figure shan't exceed 14×20 of cm.

Formulas shall be collected in MS Word with the help over – and subscript signs, special characters or in the MathType program (version 4.0 above). Indices of levels and indexes shall be collected above or lines of letter symbols which they treat are lower: K12, A3, B2 or lines of letter symbols to which they belong are lower: K12, A3, B2.

Formulas shall be uniform and whole, i.e. inadmissibly gain values in one formula in different programs. After a formula the explication (decryption of all given letter symbols of values) shall be given. The sequence of decryption of letter symbols shall correspond to the sequence of layout of these designations in a formula.

It is necessary to number only the most important formulas on which there is a link in the subsequent text.

Tables (and references to them) shall have sequential sequence numbers and titles.

Units of measurements and letter symbols of physical quantities shall meet the requirements of GOST 8.417-

2002 “GSI. Units of values”, and terms – to requirements of the appropriate state standards.

In bibliographic links of a surname of authors and names of logs and books it is necessary to specify in an original transcription. References are given according to GOST 7.0.5-2008 “System of standards according to information, library and to publishing. Bibliographic link. General requirements and rules of compilation”.

For books specify a surname and the author's initials, the title, volume (a part, release), the place, the name of publishing house, year of issuing. For journal articles – a surname and initials of the author, the name of article and log, year of issuing, volume or a part, number (release), pages.

Links in the text to the sources specified in the list of the used literature are marked by digits in square brackets, as mentioning in the text, for example [1], [2-4].

In the bibliography at least 2-3 operations published over the last 10 years shall be specified.

Tables (and references to them) shall have sequential sequence numbers and titles.

Units of measurements and letter symbols of physical quantities shall meet the requirements of GOST 8.417-2002 “GSI. Units of values”, and terms – to requirements of the appropriate state standards.

In bibliographic links of a surname of authors and names of logs and books it is necessary to specify in an original transcription. References are given according to GOST 7.0.5-2008 “System of standards according to information, library and to publishing. Bibliographic link. General requirements and rules of compilation”.

For books specify a surname and the author's initials, the title, volume (a part, release), the place, the name of publishing house, year of issuing. For journal articles – a surname and initials of the author, the name of article and log, year of issuing, volume or a part, number (release), pages.

Links in the text to the sources specified in the list of the used literature are marked by digits in square brackets, as mentioning in the text, for example [1], [2-4].

In the bibliography at least 2-3 operations published over the last 10 years shall be specified.

## ПОДПИСКА

Принимается подписка на ежеквартальный журнал  
«Вестник метролога»

Читатели могут оформить подписку  
talikova@vniiftri.ru;

тел. 8(495) 944-56-41, Таликова Надежда Ивановна,  
Индекс – 45112 по Объединенному каталогу

«Пресса России»

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

