

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., к.п.н., доцент,
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Апрелев А.В., ФГУП «ВНИИФТРИ»

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;

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

Сдано в набор 20.04.2022
Подписано в печать 28.04.2022
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

Всемирный день метрологии – 20 мая 2022 г. 3

Радиотехнические измерения

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

Предложения по измерению начальной фазы радиоимпульсов на основе функций взаимной корреляции 5

Общие вопросы метрологии

Мазур А.В., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Метод повышения точности передачи единицы электрического сопротивления эталонам на основе переопределения температурных коэффициентов сопротивления в рабочем диапазоне температур 9

Электрические и магнитные измерения

Иванов Ю.М., к.т.н., АО «МЕРА»

Об измерении характеристик намагничивания ферромагнитного изделия 13

Радиотехнические измерения

Охлопков К.А., Главный испытательный космический центр Министерства обороны Российской Федерации имени Г.С. Титова (г. Краснознаменск, Московской области) Анализ типовых технологических циклов управления и передачи информации с низкоорбитальных космических аппаратов 16

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 РАН РА, ФГУП НИИР

Технические возможности повышения полноты контроля излучений космических аппаратов за счет расширения частотного диапазона станций спутникового радиоконтроля 21

Научно-технические обзоры материалов конференций, симпозиумов

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) 26

Радиотехнические измерения

Апрелева М.А., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Проблемы применения осциллографов для измерений временных интервалов 32

Выставки, конференции в III квартале 2022 года:

XIV Всероссийская научно-техническая конференция (16–17 ноября 2022 г.) 35
ЭКСПОКОНТРОЛЬ-2022 (14–16 сентября) ЦВК «Экспоцентр» 40

К сведению авторов

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 cover, 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, Mytishchi 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;

It is Printed by OOO «Print»

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

telephone (3412) 56-95-53

The Circulation
300 copies

CONTENTS

Worldwide day to metrologies- 20 May 2022 3

Measurements of radio engineering quantities

Golik A.M., d.t.s., SANKT-PETERSBURG military institute of the troopses to national guard, Dvornikov C.V., d.t.s., SANKT-PETERSBURG the military academy relationship name of the Marshal of the SOVIET UNION S.M. Budenyi, Kleymenov YU.A., d.t.s., FSBI «MSMC» of Russia Ministry of Defence (Mytishchi, Moscow Region), Suslin A.V., c.t.s., the Baltic state technical university «VOENMEH»
name D.F. Ustinova

Offers on measurement of the initial phase радиоимпульсов on base function to mutual correlation 5

Common questions of a metrology

Mazur A.V., FSBI «MSMC» of Russia Ministry of Defense (Mytishchi, Moscow Region)

A method for improving the accuracy of transmitting a unit of electrical resistance based on the redenifinition of temperature coefficients of resistance in the operating temperature range 9

Measurements of electric and magnetic

YU. Ivanov, c.t.s., MERA, SANKT-PETERSBURG

Of measuring the magnetization characteristics of a ferromagnetic (t/m) product 13

Measurements of time and frequencies

Okhlopov K.A., Main Testing Space Center Ministry of Defense of the Russian Federation named after G.S. Titov (Krasnoznamensk, Moscow Region)

Analysis of typical technological cycles of control and transmission of information from low orbital space vehicles 16

Measurements of radio engineering quantities

A. Vorontsov, FSUE NIIR, S.Kizima, ITU expert, FSBI «MSMC» Ministry of defense of Russia, Dr.Sci.(Tech), V.Saryan, Dr.Sci. (Tech), Academician of NAS RA, FSU

Technical possibilities of increasing the completeness of monitoring of spacecraft and expanding the frequency range of satellite radio monitoring stations 21

Scientifically-technical reviews material conference symposium

Optic and optic-physical measurements

Nadein V.V., k.p.s., FGBI «MSMC» of the Minisry Defense of Russia

Modern scientific problems, design decisions and ways of the efficient using in the field of lazars, optical and optic-electronics technology leading enterprise to Russia, development and improvements (on total 16 – International specialized exhibition «Photonics. Word of lazars and optic-2022» – Mart, 29 – 1 April) 26

Measurements of radio engineering quantities

Apreleva M.A., FGBI «MSMC» of the Minisry Defense of Russia

Problems of using oscilloscopes for measuring time intervals 32

Exhibitions, conferences in III quarters 2022

14-th All Russian Scientific and Technical Conference

(November 16–17, 2022) 35
EKSPOKONTROL-2022 (September, 14–16) CEK «Ekspocentr» 40

Note authors

Novelties of the measuring technology

Всемирный день метрологии

20 мая 2022 г.



ПРИВЕТСТВЕННОЕ ОБРАЩЕНИЕ ДИРЕКТОРА МБМВ И ДИРЕКТОРА МБЗМ



Мартин Милтон
Директор МБМВ



Энтони Доннеллан
Директор МБЗМ

МЕТРОЛОГИЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Внедрение цифровых технологий революционным образом преобразует наше сообщество, совершенствуя процессы и открывая новые возможности. Сегодня это одна из самых захватывающих тенденций в развитии общества, характеризующаяся стремительным темпом изменений, которые происходят с нами ежедневно.

Одним из краеугольных камней цифровой трансформации является открытость и прозрачность обмена информацией. Всякий раз, когда нам нужна информация, она должна быть легко находимой и легко доступной в формате интероперабельности и неоднократного ее использования. Данные, отвечающие этим требованиям, известны сегодня как «FAIR»¹. То есть, они должны быть обнаруживаемыми, доступными, интероперабельными и неоднократно используемыми. При соблюдении этих требований дан-

ные могут быть признаны как заслуживающие доверия и составлять основу методов работы с открытыми данными.

Для наиболее эффективного использования информации важно, чтобы все источники информации в новом цифровом мире были доступны для чтения не только людям, но также доступны в машиночитаемых форматах. В таком случае машины тоже смогут выполнять соответствующую работу («выполняемое машиной действие»), что может быть использовано в основе новых возможностей применения искусственного интеллекта.

Реализацию открывающихся в результате цифровой трансформации возможностей можно провести быстрее, если адаптировать глобальную инфраструктуру качества для продвижения и применения новых цифровых технологий, генерирующих и использующих данные на основе принципа FAIR. Метрология – наука об измерениях и их применении, – являясь одной из центральных

¹ Применение принципов FAIR к данным было одобрено лидерами G20 в 2016 году на саммите в Ханчжоу. См. <https://www.go-fair.org>

составляющих национальной и международной инфраструктуры качества, уже начинает обеспечивать требования новой цифровой экономики.

Показательным примером деятельности по поддержанию цифровой трансформации является разработка МКМВ Цифровой Платформы SI (SI Digital Framework). В основе этой Платформы будет базовое представление (ядро) Международной системы единиц SI, содержащее согласованные форматы для базовых элементов данных, таких как величины, единицы, неопределенности, взятых из Брошюры SI. Это позволит Национальным метрологическим институтам, МБМВ и связанным с ними организациям создавать, руководствуясь SI, новые услуги, используя наилучшим образом открытые форматы данных, программные инструменты и услуги. Благодаря таким услугам, будет обеспечена доступность данных для анализа, улучшение качества и открытость данных. Результатом Цифровой Платформы SI станет разработка новых цифровых приложений, используемых в более широких кругах метрологического сообщества, а также для научных дисциплин, основывающихся на SI.

Применение цифровых измерительных платформ в промышленности и у потребителей со-

ставляет единое целое с всеохватывающей и заслуживающей доверия цифровой трансформацией. Включение в документальные стандарты и технические регламенты цифровых принципов и методик изначально представляет область исследования МОЗМ. Цифровой сертификат соответствия, основанный на принципах FAIR, является частью этого контекста. Нашему сообществу цифровая трансформация в области метрологии может принести большую пользу. Например, ускорится ввод измерительных продуктов и услуг на рынок, и меньше времени будет занимать процесс утверждения, что, в свою очередь, окажет благоприятное воздействие на инновационное развитие, темпы продвижения продукции и обеспечение устойчивости.

Путь, который предстоит пройти МБМВ и МОЗМ для достижения цели в области цифровизации, имеет двойное значение. Мы осуществим перевод нашей собственной деятельности и услуг, а это, в свою очередь, обеспечит цифровую основу для всех пользователей данных по измерениям. Этот путь предполагает быть перспективным и невероятно увлекательным, и мы намерены совершить его вместе с нашими партнерами.

Подробную информацию о Всемирном Дне Метрологии 2022 года, а также плакат на тему *Метрология в эпоху цифровизации* смотрите на сайте <https://www.worldmetrologyday.org/>

ПОДПИСКА

Принимается подписка на ежеквартальный журнал

«Вестник метролога»

Читатели могут оформить подписку
talikova@vniiftri.ru; 32gniii_vm@mail.ru

тел. 8(495) 944-56-41

Индекс – 45112 по Объединенному каталогу
«Пресса России»

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



ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИЗМЕРЕНИЮ НАЧАЛЬНОЙ ФАЗЫ РАДИОИМПУЛЬСОВ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИЙ ВЗАИМНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ OFFERS ON MEASUREMENT OF THE INITIAL PHASE РАДИОИМПУЛЬСОВ ON BASE FUNCTION TO MUTUAL CORRELATION

Голик А.М., д.т.н., профессор, 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

Golik A.M., d.t.s., SANKT-PETERSBURG military institute of the troops to national guard,
Dvornikov C.V., d.t.s., SANKT-PETERSBURG the military academy relationship name of the Marshal of the SOVIET UNION
S.M. Budenyi, Kleymenov YU.A., d.t.s., FSBI «MSMC» of Russia Ministry of Defence (Mytishchi, Moscow Region),
Suslin A.V., c.t.s., The Baltic state technical university «VOENMEH» name D.F. Ustinova
e-mail: metr1956@yandex.ru, practicsdv@yandex.ru,
ura19572006@yandex.ru, suslin-sasha33@yandex.ru
tel. 8(495)583-99-58, 8(812)247-94-00, 8(964)392-22-35

Предлагаются результаты исследования возможности оценки начальной фазы радиоимпульсов, основанные на результатах их корреляционной обработки. Представлена зависимость получаемой оценки от уровня канальных шумов. Обоснованы предложения по практическому применению полученных результатов.

They are offered results of the study of the possibility of the estimation of the initial phase radiopulses, on result of the processing their correlations processing. The presented dependency of the got estimation from level canal noise. The motivated offers on practical application got result.

Ключевые слова: измерение начальной фазы, функция взаимной корреляции, относительная ошибка измерения
Keywords: measurement of the initial phase, function to mutual correlation, percentage error of the measurement

Введение

Сложность радиотехнических измерений обусловлена высоким уровнем шумов и помех в тракте обработки. При этом, как правило, в качестве инструмента анализа выступает функция взаимной корреляции (ФВК), которая находит широкое практическое применение [1, 2].

Активное применения ФВК в радиотехнике связано с возможностью предварительного синтеза эталонных сигналов с заданными свойствами. Такой подход достаточно удобен при поиске и обнаружении сигналов с априори известными параметрами [3, 4]. Однако перечень задач, решаемых в радиотехнике, значительно шире. Достаточно часто приходится сталкиваться с задачами определения фазовых значений обрабатываемых сигналов [5]. Для определения фазовых различий в инфокоммуникационных системах достаточно успешно используется корреляционная обработка, основанная на накоплении в интеграторе энергии альтернативных ФВК, с последующим их сравнением [6]. Однако его непосредственная реализация в радиотехнике связана с определенными сложностями, обусловленной необходимостью

решать задачу обнаружения сигналов в условиях априорной неопределенности о времени их прихода. Поэтому при оценке фазовых параметров приходится иметь дело не с сигналом, а непосредственно с его ФВК.

С учетом указанных обстоятельств в настоящей статье представлены результаты исследования точности оценки начальной фазы радиоимпульсов, от уровня канальных шумов по данным обработки их ФВК.

Постановка задачи и методы исследования

Будем полагать, что на вход радиотехнической системы поступают радиоимпульсы с противоположными начальными фазами. Прием осуществляется в условиях аддитивных шумов, описываемых нормальным законом.

Следует оценить разброс относительной погрешности измерения по результатам обработки ФВК принимаемой реализации с эталонными сигналами. При условии, что эталон совпадает по фазе с одним из обрабатываемых сигналов, а длительности сигналов во входной реализации остаются постоянными на протяжении всего эксперимента.

Таблица 1 – Результаты оценки различий эталонной и рассчитанных ФВК

Вид ФВК	ОСШ, дБ							
	30	25	20	15	10	5	3	1
$\hat{d}_k$	0,251	0,254	0,256	0,258	0,264	0,269	0,283	0,295
$\hat{d}_c$	0,003	0,004	0,007	0,010	0,021	0,039	0,049	0,057

30 дБ до 1дБ. Полученный результат будет интересен специалистам в области радиотехники, занимающимся обработкой сигналов, отраженных от малоразмерных целей. Дальнейшее направление исследований авторы связывают с применением методов совместной частотно-временной обработки сигналов [13].

Литература:

1. Теоретические и экспериментальные исследования корреляционных характеристик сигналов, отраженных вращающимся винтом. Корольков А.И., Князева К.С., Шуруп А.С., Акустический журнал. 2020. Т. 66. № 6. С. 681–689.
2. Обнаружение сигналов на основе обработки спектральных компонент их функций взаимной корреляции, Дворников С.В., Ровчак А.Ю., Информация и космос. 2010. № 4. С. 29–33.
3. Метод снижения погрешности выделения огибающей сигналов в цифровых пространственно-корреляционных трактах обработки, Орошук И.М., Сучков А.Н., Василенко А.М., Цифровая обработка сигналов. 2014. № 2. С. 41–45.
4. Метод измерения параметров кратковременных сигналов на основе распределения Алексеева, Дворников С.В., Яхеев А.Ф., Информация и космос. 2011. № 1. С. 66–74.
5. Исследование фазы функции взаимной корреляции шумового поля океанического волновода, Сабиров И.Р., Шуруп А.С., Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2020. Т. 84. № 1. С. 106–109.
6. Демодуляция сигналов на основе обработки их модифицированных распределений, Дворников С.В., Осадчий А.И., Дворников С.С., Родин Д.В., Контроль. Диагностика. 2010. № 10. С. 46–54.
7. Using instantaneous cross correlation coefficients of vibration signals for technical condition monitoring in rotating electric power machines, Hraniak V.F., Kukharchuk V.V., Kucheruk V., Khassenov A.K., Bulletin of the Karaganda University. Physics Series. 2018. № 1 (89). С. 72–80.
8. Оценка имитостойкости каналов управления с частотной модуляцией, Дворников С.В., Погорелов А.А., Вознюк М.А., Иванов Р.В., Информация и космос. 2016. № 1. С. 32–35.
9. Совместное измерение частотного и временного сдвигов широкополосного сигнала в системах ближней локации, Шкелев Е.И., Ширкаев А.В., Радиотехника и электроника. 2020. Т. 65. № 6. С. 595–600.
10. Частотно-временное оценивание параметров сигналов на основе функций огибающих плотности распределения их энергии, Дворников С.В., Бородин Е.Ю., Маджар Х., Махлуф Ю.Х., Информация и космос. 2007. № 4. С. 41–45.
11. Компактные алгоритмы синтеза манипулированных сигналов в mathcad, Дворников С.В., Дворников С.С., Крячко А.Ф., Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2020. № 2. С. 104–113.
12. Adaptive guaranteed estimation of a constant signal under uncertainty of measurement errors, Khadanovich D.V., Shiryayev V.I., Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics. 2020. Т. 20. № 4. С. 22–36.
13. Формирование спектрально-эффективных сигнальных конструкций в радиоканалах передачи данных контрольно-измерительных комплексов, Дворников С.В., Пшеничников А.В., Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2017. Т. 60. № 3. С. 221–228.

**МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЕДИНИЦЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ
ЭТАЛОНАМ НА ОСНОВЕ ПЕРЕОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ
СОПРОТИВЛЕНИЯ В РАБОЧЕМ ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР**
**A METHOD FOR IMPROVING THE ACCURACY OF TRANSMITTING A UNIT OF ELECTRICAL RESISTANCE
BASED ON THE REDEFINITION OF TEMPERATURE COEFFICIENTS OF RESISTANCE
IN THE OPERATING TEMPERATURE RANGE**

Мазур А.В., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
 Mazur A.V. FSBI «MSMC» of Russia Ministry of Defense
 (Mytishchi, Moscow Region)
 Тел. +7(906)057-93-48
 Mazur_razum@list.ru

Разработан метод, позволяющий одновременно передавать единицу электрического сопротивления и определять необходимость переопределения температурных коэффициентов сопротивления при любой температуре, отличной от 20 °С, в рабочем диапазоне температур, с использованием одного термостата с сокращением времени, затрачиваемым на подготовку и проведение измерений ЭС.

A method has been developed that allows simultaneously transmitting a unit of electrical resistance and determining the need to redefine the temperature coefficients of resistance at any temperature other than 20 °C in the operating temperature range using a single thermostat with a significant reduction in the time spent on preparing and conducting measurements

Ключевые слова: электрическое сопротивление, температурный коэффициент сопротивления, термостат, однозначные меры электрического сопротивления, установка измерительная универсальная К2–88.

Key words: electrical resistance, temperature coefficients of resistance, thermostat, unambiguous measures of electrical resistance, universal measuring installation K2–88.

В настоящее время измерения электрического сопротивления (далее – ЭС) широко используются в электротехнике и электрических цепях. При передаче единицы ЭС применяются однозначные и многозначные меры ЭС (далее – ОМЭС и ММЭС, соответственно). Основными метрологическими характеристиками (далее – МХ) в соответствии с [1], которые необходимо определять при передаче единицы ЭС, являются действительное значение ЭС ОМЭС и ММЭС, и относительное отклонение действительного значения ЭС ОМЭС и ММЭС от номинального. Важным внешним фактором, оказывающим влияние на значения ЭС, в соответствии с [2] является температура окружающего воздуха. ОМЭС и ММЭС в период своей эксплуатации подвергаются перемещениям автомобильным, железнодорожным и авиа- транспортом, находясь при этом в предельных значениях температуры (от минус 60 до 50 °С). Также меры ЭС подвергаются при эксплуатации воздействию максимального значения силы тока в соответствии с [3] (до 50 А), вызывающим их нагрев и переход в предельное состояние. Находясь длительный период времени в предельном состоянии, материал, из которого изготавливаются ОМЭС и

ММЭС (манганин), может изменить свои свойства, тем самым оказав влияние на измеряемое значение ЭС в рабочем диапазоне температур.

Диапазон рабочих температур для основного парка эксплуатируемых ОМЭС и ММЭС составляет от 10 °С до 30 °С и зависит от их класса точности. Действительные значения ЭС ОМЭС и ММЭС зависят от температуры и оцениваются в соответствии с формулой [1]:

$$R_t = R_0 + R_{\text{НОМ}} [\alpha_0(t_i - t_0) + \beta(t_i - t_0)^2], \quad (1)$$

где R_t – измеренное значение ЭС меры при температуре t_t , Ом; R_0 – измеренное значение ЭС меры, определяемое при температуре $t_0=20$ °С, Ом; $R_{\text{НОМ}}$ – номинальное значение ЭС меры, Ом; α_0 – температурный коэффициент сопротивления, определяемый для температуры 20 °С, 1/°С; β – температурный коэффициент сопротивления, 1/°С².

Как следует из формулы (1), измеренные значения ЭС мер зависят от значений температуры окружающей среды и температурных коэффициентов сопротивления (далее – ТКС), которые определяются единожды при производстве мер ЭС (первичной поверке), а также после их ремонта.

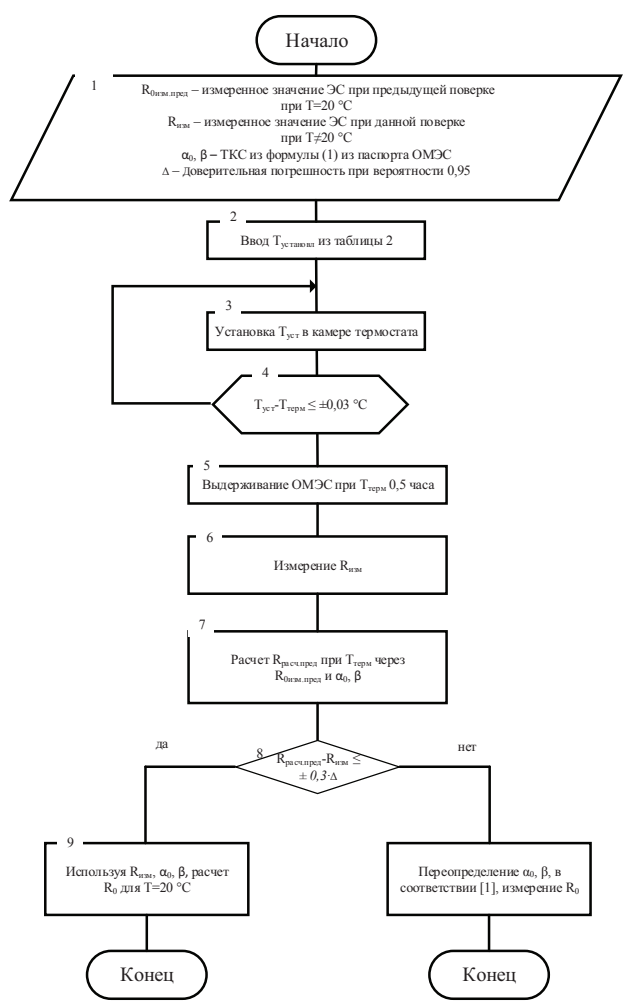


Рисунок 3 – Схема алгоритма

В случае нахождения разности между полученным экспериментально и вычисленным значением ЭС в требуемом диапазоне необходимо использовать данные ТКС α_0 и β для расчета действительного значения ЭС R_t при температуре $t=20^\circ\text{C}$ по формуле (1), а значения ТКС применять в течение установленного интервала между поверками (операция 9).

При превышении разности требуемого диапазона необходимо переопределить ТКС в соответствии с п. 8.6 [1] (операция 10).

Таким образом, разработанный метод позволяет передавать единицу ЭС и обосновывать необходимость переопределения ТКС при любой температуре, отличной от 20°C в рабочем диапазоне температур с использованием одного термостата при одновременном сокращении времени, затрачиваемого на подготовку и проведения измерений ЭС, в 1,5 раза.

Литература:

1. ГОСТ 8.237–2003 «ГСИ. Меры электрического сопротивления однозначные. Методика поверки».
2. ГОСТ 23737–79 «Меры электрического сопротивления. Общие технические условия»
3. Катушки электрического сопротивления измерительные Р310, Р321 и Р331. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
4. Приказ Росстандарта № 3456 от 30 декабря 2019 года «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока».
5. Установка измерительная универсальная К2–88. Руководство по эксплуатации ЦЕКВ. 411182.001РЭ.
6. Установка измерительная универсальная К2–88. Описание типа, регистрационный номер по Государственному реестру № 44500–10.
7. Мазур А.В., Храменков В.Н. Измерения действительных значений электрического сопротивления в рабочем диапазоне температур с применением разработанного программного обеспечения установки измерительной универсальной К2–88 // Вопросы метрологического обеспечения войск и сил флота. Сборник трудов. Выпуск 44. – Мытищи, 2021.
8. Мазур А.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021663817 от 24.08.2021. «Программа для измерений электрического сопротивления в автоматизированном ...»
9. Мазур А.В., Малченков И.В. Автоматизированная измерительная система электрического сопротивления постоянного тока // Вестник метролога. Выпуск 2/2021. – Мытищи, 2021. – 11–14 с.

Таблица 2 – Температурные условия для передачи единицы ЭС

Диапазон температур в помещении, $t_{\text{пом}}, ^\circ\text{C}$	Диапазон температур в камере термостата (выкл.), $t_{\text{терм}}, ^\circ\text{C}$	Диапазон температур в камере термостата (установл.), $t_{\text{установл}}, ^\circ\text{C}$
$t_{\text{терм}} \pm 0,5$ ($0,5^\circ\text{C}$ по результатам экспериментальных исследований)	от 10 до 18	$t_{\text{терм}}$ округленное вверх или вниз с дискретностью 0,5
	от 18 до 20	18
	от 20 до 22	22
	от 22 до 30	$t_{\text{терм}}$ округленное вверх или вниз с дискретностью 0,5

ОБ ИЗМЕРЕНИИ ХАРАКТЕРИСТИК НАМАГНИЧИВАНИЯ ФЕРРОМАГНИТНОГО ИЗДЕЛИЯ OF MEASURING THE MAGNETIZATION CHARACTERISTICS OF A FERROMAGNETIC (F/M) PRODUCT

Иванов Ю.М., к.т.н., АО «МЕРА»
YU. Ivanov, c.t.s., «MERA», SANKT-PETERSBURG
тел.(812) 369-88-38, e-mail: mail@mera.spb.ru

В статье рассмотрены актуальность и терминологические особенности измерения характеристик намагничивания ферромагнитного (ф/м) изделия. Предложен способ измерения средней намагниченности ф/м изделия.

The article discusses the relevance and terminological features of measuring the magnetization characteristics of a ferromagnetic (f/m) product. A method for measuring the average magnetization f/m of the product is proposed.

Ключевые слова: намагниченность, измерения, магнитный момент.

Keywords: magnetization, measurements, magnetic moment.

Актуальность получения разработчиком и изготовителем изделий, имеющих в своём конструктивном исполнении ферромагнитные (ф/м) массы, информации об их магнитном состоянии определяется необходимостью понимания эксплуатационных характеристик этих изделий при воздействии на них внешнего магнитного поля (МП).

Основной характеристикой ф/м изделия, которая при воздействии на него внешнего МП непосредственно определяет его магнитное состояние и позволяет исследовать процессы намагничивания/перемагничивания изделия, является намагниченность. Однако способов измерений данной характеристики применительно к испытаниям изделий в специальной литературе не представлено.

Особенностью исследований намагниченности конкретного изделия является возможная неоднородность ф/м масс его конструктивного исполнения. Например, корпус крупногабаритного изделия и его основные ф/м массы могут быть сконструированы из различных материалов а также иметь сварные швы и другие нарушения сплошности материала, которые нарушают условие однородности, при котором выполняются измерения характеристик его «кривой намагничивания».

Известны способы измерения магнитных характеристик образца ф/м материала в виде стержня, разработкой и исследованием которых во второй половине прошлого века активно занимались специалисты-метрологи ВНИИМ имени

Д.И.Менделеева, представленные в [1], [2]. Однако и в [1], и в [2] показаны лишь способы определения коэрцитивной силы испытуемого стержня и проницаемости слабомагнитных материалов.

Примечательно, что в [2] первый подраздел Главы 3 озаглавлен «Определение кривых намагничивания», но все содержание подраздела посвящено определению коэффициента размагничивания испытуемого стержня.

Также в [2] в главу 2 включен подраздел «Определение основной кривой намагничивания», однако итоговые результаты авторами трактуются в координатах $B = f(H)$, где B - индукция, а H - напряженность магнитного поля (МП), приложенного к испытуемому образцу. При этом, построенную зависимость $B = f(H)$ называют «кривой намагничивания», хотя индукция B магнитного поля намагниченного образца и его намагниченность J по существу различны, т.к. по-разному характеризуют магнитное состояние образца материала.

Т.е., строго говоря, зависимость $B = f(H)$, называемая «кривой намагничивания» ф/м материала, о величине непосредственно намагниченности изделия информации не несёт.

Более поздние исследования на эту тему также касаются только магнитных характеристик образцов материалов (например, [3]), но не изделий.

Следует также иметь в виду, что все интересующие исследователя магнитные величины B (индукция), J (намагниченность) и H (напряжен-

испытуемое ф/м изделие – 2, измерительный – 3 и компенсационный – 4 (датчики трехкомпонентного дифференциального магнитометра).

В качестве испытуемого ф/м изделия (объекта измерений) в данном случае применен образец в виде параллелепипеда (стержень). При этом, для объективности исследования целесообразно в качестве объектов измерений применить несколько образцов, характеризующих возможные варианты конструктивного исполнения основных ф/м масс изделий (по однородности, сплошности, габаритности и т.п.).

Способ осуществляется следующим образом. Испытуемый стержень известного объема (2) помещают в центр рабочего объема меры (1), которая воспроизводит некоторое известное значение индукции (напряженности) магнитного поля в требуемом диапазоне его изменений. При этом измеряют три компонента магнитного момента стержня измерительным (3) и компенсационным (4) датчиками трехкомпонентного дифференциального магнитометра с помощью способа [4].

Значения измеренных компонент момента делят на объем стержня и регистрируют комбинацию компонент J_{cp} для различных компонент напряженности.

$$J_{cp} = [J_{cpX(H_a)}, J_{cpY(H_a)}, J_{cpZ(H_a)}],$$

где $J_{cpX(H_a)}$, $J_{cpY(H_a)}$, $J_{cpZ(H_a)}$ – компоненты средней намагниченности стержня;

H_a – напряженность намагничивающего МП;

$\alpha = x, y, z$ – все компоненты комбинации регистрируют при одной и той же напряженности H_x (или H_y или H_z).

Меняют значение (или направление) H_a и регистрируют новую комбинацию. H_a меняют циклически с некоторым шагом от $H_a^{(-m)}$ до $H_a^{(m)}$ и обратно до $H_a^{(-m)}$, при этом регистрируют соответствующие комбинации компонент средней намагниченности, которые также удобно представлять в графическом изображении в функции $J_{cp} = f(H)$, по аналогии с зависимостью $B = f(H)$:

$H_a^{(-m)}$	$H_a^{(-m+1)}$	...	$H_a^{(-1)}$	$H_a^{(0)}$	$H_a^{(1)}$	...	$H_a^{(m)}$	...	$H_a^{(-m)}$
$J_{cp}^{(-m)}$	$J_{cp}^{(-m+1)}$	...	$J_{cp}^{(-1)}$	$J_{cp}^{(0)}$	$J_{cp}^{(1)}$	...	$J_{cp}^{(m)}$	...	$J_{cp}^{(-m)}$

Погрешность измерений величины средней намагниченности изделия J_{cp} (δJ_{cp}) и её компонент будет определяться, главным образом, погрешностью измерений его магнитного момента M , т.к. погрешностью измерений объема ф/м масс изделия в большинстве случаев можно пренебречь.

Полученная информация даст возможность ответить на первый поставленный выше вопрос и оценить объективность (или достоверность) распространения зависимости $B = f(H)$, определенной на образце материала в модульном выражении, на магнитное состояние ф/м изделия, определяемое величиной вектора его намагниченности, при воздействии внешнего изменяющегося магнитного поля (МП).

Сравнения значений средней намагниченности J_{cp} для различных однотипных изделий, изготовленных по одной документации, при воздействии на них намагничивающего/перемагничивающего МП позволит по направлению и значению вектора J_{cp} (и его компонент) оценить качество их магнитного состояния (в частности, сплошности и однородности ф/м масс изделий) в процессе контрольных испытаний.

Кроме того, измерения средней намагниченности J_{cp} образцов (сталей или других ф/м образцов) материалов одного сортамента, но разных поставочных партий, позволит оценивать их качество при входном контроле в лабораториях изготовителей изделий (конечной продукции).

Литература:

1. Е.Т.Чернышов и др. Магнитные измерения на постоянном и переменном токе / Москва, Стандартгиз, 1962г. - С.109-113.
2. Е.Т.Чернышов и др. Магнитные измерения / Москва, Издательство комитета стандартов, 1969г. - С.144-161.
3. Патент РФ № 2293344. Способ определения кривой намагничивания ферромагнитного материала. 2005г.
4. Патент РФ № 2755026. Способ измерения магнитного момента тел удлиненной формы. 2020г.

АНАЛИЗ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ УПРАВЛЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ANALYSIS OF TYPICAL TECHNOLOGICAL CYCLES OF CONTROL AND TRANSMISSION OF INFORMATION FROM LOW ORBITAL SPACE VEHICLES

Охлопков К.А., Главный испытательный космический центр
Министерства обороны Российской Федерации имени Г.С. Титова
(г. Краснознаменск, Московской области)
Okhlopkov K.A., Main Testing Space Center Ministry of Defense
of the Russian Federation named after G.S. Titov
8-903-286-61-07,
e-mail: kirill303@list.ru

В работе представлен анализ типовых технологических циклов управления и передачи информации с низкоорбитальными космическими аппаратами предусмотренные эксплуатационной документацией штатно функционирующей орбитальной группировки при решении целевых задач с требуемым качеством.

The paper presents an analysis of typical technological cycles of control and transmission of information with low-orbit spacecraft provided for by the operational documentation of a regularly functioning orbital constellation in solving target problems with the required quality.

Ключевые слова: наземный комплекс управления, наземный автоматизированный комплекс управления, технологический цикл управления, технология управления, космический аппарат

Keywords: ground-based control complex, ground-based automated control complex, technological control cycle, control technology, spacecraft

Управление космическими аппаратами (КА) осуществляется автоматизированными системами управления (АСУ) с использованием наземных и бортовых средств, между которыми рационально распределены функции управления. Операции управления КА планируются в центре управления полетом (ЦУП) КА, входящего в состав наземного комплекса управления (НКУ) КА, исходя из принятых технологических циклов управления (ТЦУ) КА. На основании этих решений формируются заявки на задействование средств наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ), входящих в состав НКУ данного типа КА, которые согласовываются (координируются) распределенной системой координации и планирования применения наземных средств [1].

Процесс выработки и принятия решений по управлению каждым КА носит многоэтапный и циклически повторяющийся характер. При этом весь процесс управления КА, направленный на обеспечение его эффективного применения по целевому назначению, может быть разбит на совокупность отдельных операций, направленных на решение частных задач управления КА. Между этими операциями существует определенная система отношений, определяющая порядок, объем и последовательность их выполнения для успешного достижения основной цели управления как отдельным КА, так и всей орбитальной груп-

пировкой (ОГ) КА в целом. Циклически повторяющаяся последовательность указанных технологических операций (с учетом системы отношений между ними – совместности, несовместности, следования), направленная на обеспечение работоспособности бортовых систем и обеспечение применения КА по целевому назначению составляет технологический цикл управления (ТЦУ) КА [2].

Управление КА представляет собой сложный технологический процесс, в котором принимают участие наземные и бортовые аппаратные и программные средства, а также человек, принимающий наиболее важные решения по управлению КА.

Можно выделить следующие основные свойства технологии управления КА:

- принятая технология управления КА учитывает особенности управления определенным типом КА и ориентирована на многократное применение;
- практическая реализация той или иной операции управления КА сводится к информационному взаимодействию средств НКУ и КА и выполнению ими комплекса взаимосвязанных задач;
- процесс управления КА в течение орбитального полета имеет циклический характер и для каждого типа КА характеризуется несколькими ТЦУ.

ТЦУ представляет собой повторяющуюся совокупность операций управления КА на определенном интервале времени, предусмотренную



Рисунок 1 – Технологии управления КА

разнообразные операции управления бортовой аппаратурой (включение, выключение, выбор режима работы) и движением КА (коррекция параметров орбиты и маневрирование со значительным их изменением). Маневрирование КА осуществляется при решении оперативных задач наблюдения. В этих случаях необходима оперативная передача сигналов управления КА. Поэтому в АСУ КА наблюдения существует объективная необходимость использования управления с ретрансляцией наряду с традиционным управлением при прохождении КА в зоне видимости РЭС НАКУ.

Таким образом, ТЦУ характеризует суточные потребности в задействовании средств НАКУ для обеспечения управления низкоорбитальными КА. При условии выполнения ТЦУ только наземными средствами предусматривается, как правило, задействование средств от одного до трех КИП (без учета резервирования) из состава многopунктного НКУ КА. В то же время при переходе к управлению с ретрансляцией при решении оперативных задач управления КА число РЭС управления КА с ретрансляцией будет составлять не более трех, одна – на КИП в Европейском регионе РФ, вторая – на КИП в Сибирском регионе РФ, третья – на КИП в Дальневосточном регионе РФ. При этом каждое РЭС будет работать со своим СР и не сможет резервировать другую РЭС. Это предопределяет важность планирования применения средств НАКУ и предотвращения конфликтов планирования при управлении КА по ретрансляционной технологии.

Список литературы:

1. Мануйлов Ю.С. Управление космическими аппаратами и средствами наземного комплекса управления: учебник / Ю.С. Мануйлов, В.Н. Калинин, В.С. Гончаревский, И.И. Делий, Е.А. Новиков; под общ. ред. Ю.С. Мануйлова. – Санкт-Петербург: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2010. – 609 с.
2. Соловьев В.А. Управление космическими полётами: учеб. пос. в 2-х ч. / В.А. Соловьёв, Л.Н. Лысенко, В.Е. Любинский; под ред. Н.Л. Лысенко. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. Ч. 1. – 478 с.; Ч. 2. – 428 с.
3. Григорьев К.Л. Теоретические основы автоматизированного управления космическими средствами. Ч. 1. Основы технологии автоматизированного управления космическими средствами: учебное пособие / К.Л. Григорьев, С.А. Осипенко. – Санкт-Петербург: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2015. – 60 с.
4. Соловьев С.В. Анализ текущего состояния процесса контроля при управлении полетом космических аппаратов / С.В. Соловьев, Н.В. Мишурова. – Текст: электронный // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2016. – Вып. 3. – URL: <http://engjournal.ru/catalog/arise/adb/1474.html> (дата обращения: 13.02.2022).
5. Охлопков К.А., Иванов И.Г., Бондарева М.К., Головин Н.М. Анализ существующих и перспективных технологий управления орбитальными группировками космических аппаратов / В книге: Технологии получения и обработки информации о динамических объектах и системах. Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2020. – С. 215–219.
6. Аверкиев Н.Ф. Баллистика ракет космического назначения: учебник / Н.Ф. Аверкиев, Д.А. Булекбаев, В.В. Салов. – Санкт-Петербург: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2020. – 412 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПОЛНОТЫ КОНТРОЛЯ ИЗЛУЧЕНИЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ЗА СЧЕТ РАСШИРЕНИЯ ЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА СТАНЦИЙ СПУТНИКОВОГО РАДИОКОНТРОЛЯ TECHNICAL POSSIBILITIES OF INCREASING THE COMPLETENESS OF MONITORING OF SPACECRAFT AND EXPANDING THE FREQUENCY RANGE OF SATELLITE RADIO MONITORING STATIONS

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
A.Vorontsov, FSUE NIIR, S.Kizima, ITU expert, FSBI «MSMC» Ministry of defense of Russia, Dr.Sci.(Tech),
V.Saryan, Dr.Sci.(Tech), Academician of NAS RA, FSUE NIIR

В статье рассматриваются потенциальные возможности улучшения технических характеристики станций спутникового радиоконтроля за счет расширения диапазона рабочих частот посредством применения широкополосных облучателей.

The article discusses the potential for improving the technical characteristics of satellite radio monitoring stations by expanding the operating frequency range through the use of broadband feeds.

Ключевые слова: Станции спутникового радиоконтроля, диапазон рабочих частот, антенна, облучатель, измерительные задачи, измеряемые величины, полнота контроля.

Keywords: Satellite radio monitoring stations, operating frequency range, antenna, feed antenna, measurement tasks, measured values, completeness of monitoring.

Часть 2 (см. 1 часть – Вестник метролога -1-2022)

Плоская сверхширокополосная синусная антенна

Пример реализации технических решений для плоской сверхширокополосной синусной антенны представлен на рисунке 6.

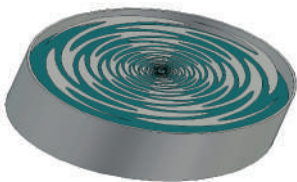


Рисунок 6 – Модель плоской сверхширокополосной синусной антенны

Плоская сверхширокополосная синусная антенна состоит из плоского синусного излучателя, поглотителя или набора поглотителей, уложенных в металлический корпус. Примеры ДН для таких антенн на разных частотах приведены на рисунках 7, 8, 9, 10.

Как видно из приведенных графиков ДН, требования по оптимальной ширине ДН для вертикальной поляризации выполняются в диапазоне частот 6–13 ГГц. Для других частот рабочего диапазона требуется доработка конструкции антенны. Плоская спиральная антенна обладает возможностью работы с коэффи-

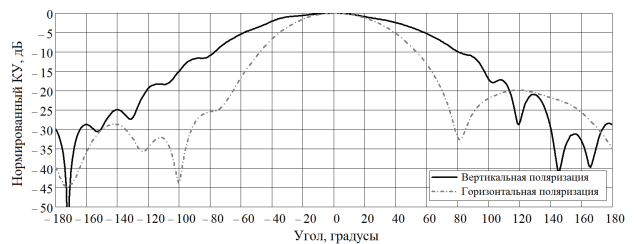


Рисунок 7 – Сечение ДН АС на частоте 2 ГГц

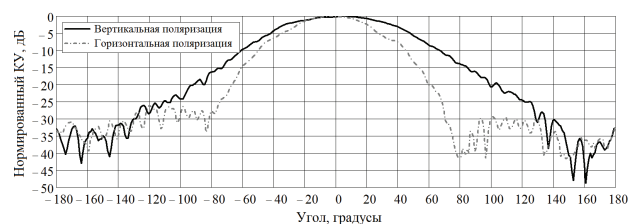


Рисунок 8 – Сечение ДН АС на частоте 6 ГГц

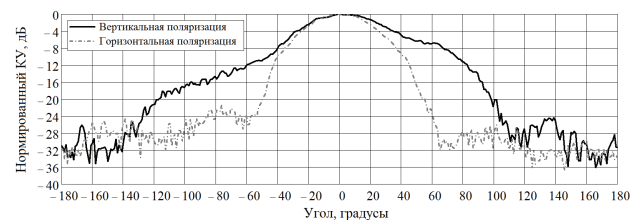


Рисунок 9 – Сечение ДН АС на частоте 9 ГГц

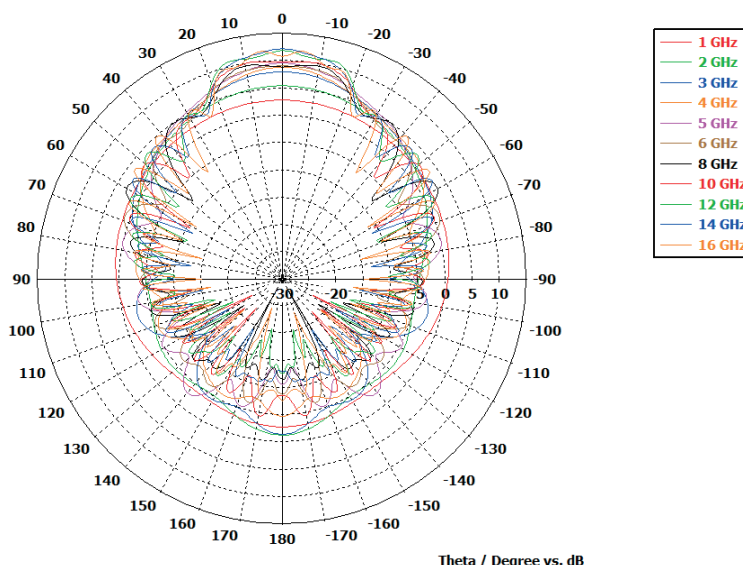


Рисунок 22 – Суммарная ДН антенны в полярной системе координат

Использование в качестве облучателей антенн данного типа позволит улучшить характеристики станций спутникового радиоконтроля в части рабочего диапазона частот и полноты контроля параметров излучений космических аппаратов средствами ССРК. Возможности соответствующих конструктивных решений подлежат дальнейшей проработке и исследованию на специализированных полигонах и в лабораторных условиях.

Литература:

1. Справочник по радиоконтролю, МСЭ, 2011.
2. Рекомендация МСЭ-R SM. 1054-1 (08/2019) «Контроль радиоизлучений космических аппаратов на станциях контроля».
3. Рекомендация МСЭ-R SM. 1681 (2004) «Измерение низкоуровневых излучений от космических станций при мониторинге наземными станциями с использованием методов шумоподавления».
4. Отчет МСЭ-R SM. 2424-0 (06/2018) «Методы измерения и новые технологии спутникового контроля».
5. Юрцев О., Рунов А., Казарин А. Спиральные антенны. М. Советское радио. 1974.
6. О.П. Фролов, В.П. Вальд, Зеркальные антенны для земных станций спутниковой связи, М., Горячая линия – Телеком, 2008–496с.
7. Yin, J.; Yang, J.; Karandikar Y. Kidal P. (2007) «The Eleven Antenna Feed for Monopulse Tracking and Combining L-, C-, X- and Ku Satellite Bands».
8. Yin, J.; Yang, J.; Pantaleev, M. (2013) «The Circular Eleven Antenna: A New Decade-Bandwidth Feed for Reflector Antennas With High Aperture Efficiency». Ieee

Transactions on Antennas and Propagation, vol. 61(8), pp. 3976–3984.

9. Yang, J.; Kildal, P.; Pantaleev, M. (2013) «Overview of developments of the eleven Feeds». 7th European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP 2013, Gothenburg, Sweden, 8–12 April 2013 pp. 553–557.

10. Olsson R., Kildal P. Weinreb S. (2013) «The Eleven Antenna: A compact Low-Profile Decade Bandwidth Dual Polarized Feed for Reflector Antennas» Ieee Transactions on Antennas and Propagation, vol. 54(2), pp. 368–375.

11. Gross, Frank G. Frontiers in Antennas: Next Generation Design & Engineering / Frank B. Gross. – The McGraw-Hill Companies, 2011. – 526 p.

12. Janaswamy, R. Analysis of the Tapered Slot Antenna / R. Janaswamy, D. Schaubert // IEEE Trans. AP. – 1987. – V. 35. – P. 1058–1065.

13. Yang Y., Wang Y., and Fathy A.E. Design of a compact Vivaldi antenna arrays of UWB / PIERS 82, 2008.

14. Сомов, А.М. Спутниковые системы связи: Учебное пособие / А.М. Сомов, С.Ф. Корнев; под редакцией А.М. Сомова. – М.: Горячая линия–Телеком, 2012.

15. Сомов А. М. Расчёт антенн земных станций спутниковой связи. Учебное пособие для вузов / А.М. Сомов. – М.: Горячая Линия–Телеком, 2010.

16. Сомов А.М. Антенно-фидерные устройства: Учебное пособие / А.М. Сомов, В.В. Старостин, П.В. Кабетов; под ред. А.М. Сомов. – М.: Горячая линия–Телеком, 2011.

17. А.П. Воронцов, Актуальные проблемы мониторинга и контроля спутниковой составляющей единой глобальной конвергентной инфокоммуникационной среды, М.: РИНЦ «REDS: Телекоммуникационные устройства и системы», № 2, 2021, 3–8 с.



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)

MODERN SCIENTIFIC PROBLEMS, DESIGN DECISIONS AND WAYS OF THE EFFICIENT USING IN THE FIELD OF LAZER, OPTICAL AND OPTIC-ELECTRONICS TECHNOLOGY LEADING ENTERPRISE TO RUSSIA, DEVELOPMENT AND IMPROVEMENTS

(ON TOTAL 16 INTERNATIONAL SPECIALIZED EXHIBITION LAZERS AND OPTICALS TECHNOLOGY)

16 – INTERNATIONAL SPECIALIZED EXHIBITION «PHOTONICS.

WORD OF LASERS AND OPTIC-2022» (MART, 29 -1 APRIL)

*Надеин В.В., к.п.н., доцент, ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Nadein V.V., k.p.s., FGBl «MSMC» of the Minisry Defense of Russia
32gniii_ym@mail.ru, nadein_vl@mail.ru
tel. (495)586-01-00*

Ключевые слова: фотоника, лазеры, оптика

Keywords: photonic, lasers, optic

Выставка «Фотоника. Мир лазеров и оптики» является самым крупным отраслевым событием в России, ежегодно его посещают около 8000 посетителей и свою продукцию представляют около 145 компаний. Обширная деловая программа выставки включает в себя официальные заседания, конференции, круглые столы, семинары, презентации. Это крупнейшее событие отрасли в России, где ежегодно встречаются разработчики и производители лазерной, оптической и оптоэлектронной техники со всего мира. В 2022 году выставка проходила с 29 марта по 1 апреля на территории Центрального выставочного комплекса «Экспоцентр» в Москве.

Выставка «Фотоника. Мир лазеров и оптики» – это:

- самое посещаемое событие отрасли в России;
- прямые контакты с руководителями гос. структур;
- возможность получения гос. заказов и контрактов с крупнейшими компаниями и многое другое.

Деловая программа 16-й международной специализированной выставки «Фотоника. Мир лазеров и оптики-2022» включала в себя:

- Заседание Экспертного совета по фотонике при Комитете Государственной Думы ФС РФ по теме «О необходимости организации статучета производства импорта и экспорта продукции фотоники в РФ»;
- Совместное заседание Совета Лазерной ассоциации, Секретариата Технологической платформы РФ «Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии – фотоника» и Совета учредителей Евразийской технологической платформы «Фотоника» «Об эффективности использования членами ЛАС, имеющих инструменты поддержки инновационных проектов и организаций»;
- Научно-практические конференции X Конгресса ТП «Фотоника» по темам: «Лазерные производственные технологии», «Оптические материалы и компоненты фотоники», «Полупроводниковая фотоника и нанофотоника», «Волоконные световоды и волоконно-оптические», «Опти-

ческая сенсорика», «ВОЛС и их комплектующие» («Развитие универсальной платформы интегральной фотоники для применения в телекоммуникационном оборудовании», «Телекоммуникационное оптическое волокно: направления и перспективы развития»), «Фотоника в навигации и геодезии» («Новые разработки в интересах повышения дальности действия авиационных лазерных систем», «Высокоотражающие интерференционные зеркала для лазерных гироскопов»), «Узлы и устройства фотоники для научных исследований и анализа» («Космическая аппаратура для исследования и фотоионизационного воздействия на плазменно-пылевые образования»), «Метрологическое обеспечение фотоники».

Научно-практическая конференция «Метрологическое обеспечение фотоники» – тематика ФГБУ «Главного научного метрологического центра» Минобороны России (далее – ФГБУ «ГНМЦ»), сотрудники которого регулярно посещают все важнейшие международные и всероссийские научно-технические конференции по направлениям своей деятельности, где всемирно известные компании и корпорации представляют новейшие научные разработки в области метрологического обеспечения.

На этой выставке сотрудники ФГБУ «ГНМЦ» были не только среди посетителей, но выступили с докладом «Обеспечение единства и точности измерений средней мощности и энергии сверхмалых уровней лазерного излучения» (Хатеев А.С., Осина А.А.) на конференции «Метрологическое обеспечение фотоники». Наибольшую перспективу для решения задач в ФГБУ «ГНМЦ» и научно-исследовательских институтах России имеют приборы, представленные на стенде ООО «Электростекло»:

- преобразователь измерительный фотоэлектрический лазерного излучения PD10;
- преобразователь измерительный 3А.

Участие в работе выставки позволило продемонстрировать возможности ФГБУ «ГНМЦ» в обеспечении единства измерений средней мощности и энергии сверхмалых уровней лазерного излучения, ознакомиться с новинками контрольно-измерительного оборудования с целью включения его в нормы снабжения Главного центра и РЦМ, наладить полезные контакты для дальнейшего сотрудничества.

Значимый интерес был проявлен к докладам «Современные научные и проектные решения по созданию инновационного метрологического оборудования для контроля качества оптических поверхностей на основе анализа характеристик рассеянного лазерного излучения» Д.Г. Денисова (МГТУ им. Н.Э. Баумана) и «Современные методы контроля качества крупногабаритных оптических деталей» Я.В. Гладышева (МГТУ им. Н.Э. Баумана).

Среди участников выставки в 2022 году были представители компаний и организаций, которые ежегодно принимают участие в конференциях, круглых столах, выступают с докладами и предложениями: ООО «ОптоСистемы» (г. Троицк, г. Москва), АО «Оптиволоконные системы» (г. Саранск, Республика Мордовия), «Азимут Фотоникс», «ИРЭ-ПОЛЮС», «Инжект», «Лассард», «Авеста-Проект», ОКБ «Булат», «Лазерные компоненты», «Лазерный центр», «Лазерформ», «Термолазер», НПФ «УРАН», Сморгонский завод оптического станкостроения, НПО НИИ «Луч» (г. Подольск), АО «Оптик» (Республика Беларусь), ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (далее – ФГУП «ВНИИФТРИ»).

ФГУП «ВНИИФТРИ» – один из крупнейших научных метрологических институтов России, обладающий собственными производственными мощностями. Сегодня институт активно ведет работу в области высокоточного приборостроения. Приборы, создаваемые и выпускаемые специалистами ФГУП «ВНИИФТРИ», по своим характеристикам находятся на уровне ведущих зарубежных аналогов.

«ФГУП «ВНИИФТРИ» представил собственные разработки в области лазерной, оптической и оптоэлектронной техники, которые отражают современные тенденции в этой сфере и отвечают потребностям рынка», – комментирует участие в выставке начальник научно-исследовательского отделения акустооптики и лазерной оптоэлектроники ФГУП «ВНИИФТРИ» Алексей Апрелев.

Большое внимание посетителей выставки привлекли разработки специалистов института в области акустооптики, в частности – акустооптические модуляторы (приборы, широко применяемые в системах обработки информации, коммутационных устройствах, для оснащения научных лабораторий, а также при создании функциональной электроники).



Модулятор акустооптический
для мощного излучения KGW-1



Акустооптический модулятор АОМ 22

Ранее ФГУП «ВНИИФТРИ» представлял разработки в сфере контроля качества продукции – спектрофотометрический анализатор красителей ФАСК с расширенными характеристиками (прибор, позволяющий определить наличие синтетических красителей, а также процент содержания спирта в красных винах, соках и других биотехнологических средах) и оптический индикатор серы в автомобильном топливе «САД», предназначенный для экспресс-анализа при отборе образцов на АЗС. Специалисты демонстрируют работу этих разработок на конкретных образцах продукции.

Выставочную экспозицию сопровождала насыщенная деловая программа. В общей сложности состоялись 24 научно-практических конференции, совещаний, круглых столов. Деловая часть «Фотоники-2022» началась с выездного заседания Экспертного совета по фотонике при Комитете Государственной Думы ФС РФ.

Открывая мероприятие, президент Лазерной ассоциации Иван Ковш отметил, что первоначально заседание планировалось посвятить статучету производства импорта и экспорта продукции фотоники, но появилась более актуальная тема: «О необходимости координации усилий для обеспечения возможностей широкого использования в стране технологий фотоники в условиях санкций». «Идея понятна, – пояснил Иван Ковш. – Сегодня нашим организациям довольно трудно делать технику, которая часто требует импортных комплектующих. А с другой сторо-

ны, мы должны принять все меры, чтобы лазерные технологии не могли уйти с нашего рынка, чтобы их использование в стране расширялось, спрос на них рос и был всё более разнообразным». Для этого, как считает президент ЛАС, необходимо активное четкое взаимодействие больших и малых предприятий, которые есть в лазерной отрасли России.

Госкорпорация «Ростех», являющаяся системным интегратором в области фотоники в нашей стране, традиционно показывает на выставке свои разработки. В этом году представлено более 60 высокотехнологичных изделий. Посетителей познакомили с образцами оптической и оптико-электронной продукции. Среди них – облегченные зеркала для крупногабаритной оптики, фотоприемные устройства, синтезированные голограммы и дифракционные решетки. Также в экспозиции размещена камера коротковолнового инфракрасного диапазона SWIR, которая позволяет вести поиск объектов в условиях недостаточной видимости. Например, с ее помощью можно обнаружить источник возгорания, скрытый густой завесой дыма.

В числе прочего, были сделаны доклады о построении фотометрического блока измерителя габаритов движущихся объектов, а также выступления, посвященные получению высокоотражающих интерференционных лазерных зеркал и влиянию стабилизации оси объектива оптико-электронной системы на точность определения астрокоординат. Так, на примере телескопа «Миллиметр» специалисты рассказали о лазерно-голографическом контроле юстировки крупноформатных оптических систем в условиях космического базирования и других проектах.

На протяжении многих лет ГК «Ростех» (в этом году его представляют – Лыткаринский завод оптического стекла (АО «ЛЗОС»), НИИ «Полус» им. М. Ф. Стельмаха, НПО «Орион», Московский завод «САПФИР», НПО «Государственный институт прикладной оптики», Уральский оптико-механический завод им. Э. С. Яламова и НПО ГОИ им. С. И. Вавилова) ведет фундаментальные исследования в области фотоники и решает научно-технологические задачи для дальнейшего развития этой отрасли. В рамках мероприятия представлены профильные оптико-электронные системы и комплексы. Вместе с тем был спланирован обмен накопленным опытом с коллегами и обсуждение перспектив в данном направлении.

На сегодняшний день ГК «Ростех» ведет новый проект. Это универсальный автоматизированный солнечный телескоп с диаметром зеркала 800 мм – новый уникальный инструмент, который позволит учёным существенно расширить возможности наблюдений, поскольку даже прекрасно работающие астрономические инструменты имеют свойство устаревать. Крупный солнечный телескоп, или сокращённо КСТ-3, – совместный проект Лыткаринского завода оптического стекла (АО «ЛЗОС») и Института солнечно-земной физики СО РАН (ИСЗФ СО РАН). Завод специализируется на создании оптики для астрономических приборов и телескопов и входит в состав ГК «Ростех». Третий участник проекта – бельгийская компания AMOS (Advanced Mechanical and Optical Systems). Она проектирует и производит высокоточные оптические, механические и оптико-механические системы для нужд наземной астрономии, космических миссий, современной науки и промышленности.

Работает AMOS по трём основным направлениям: разработка и поставка высокотехнологичных узлов для профессиональной астрономии, космических систем, промышленности и исследовательских задач. Компания участвует в таком проекте, как Euclid («Эвклид»), космической миссии Европейского Космического Агентства (ЕКА), созданной для исследования характеристик тёмной материи и тёмной энергии. Она же работает с крупным проектом Чрезвычайно большого телескопа (Extremely Large Telescope), главным инструментом которого станет телескоп с сегментным зеркалом диаметром 39,3 м. AMOS – участник проекта по созданию интерферометра обсерватории.

Один из крупнейших инструментов проекта – Коронограф КСТ-3. Проект включает оптическую систему, механические узлы, вспомогательные системы. Предусмотрена вращающаяся синхронно с главным зеркалом платформа для установки научных приборов. Поскольку обсерватория находится на территории Байкальской рифтовой зоны, учтена сейсмичность в 9 баллов. Сам телескоп разместят в верхней части 30-метровой башни. Это необходимо, чтобы условия наблюдений максимально были приближены к идеальным. Предусмотрена система отвода тёплого воздуха из подкупольного пространства, чтобы минимизировать искажения. Всё сооружение будет 42 метра в высоту, общий вес телескопа – 120 тонн, плат-

формы, на которой будут размещены научные приборы, – 90 тонн. Оптическая система включает 13 зеркал. Главное зеркало будет изготовлено из астроситалла. Этот стеклокристаллический материал со сверхнизким коэффициентом теплового расширения производится с 1959 года на Лыткаринском заводе оптического стекла. Много лет его используют для изготовления астрономических и космических зеркал. Все зеркала крупных солнечных телескопов мира изготавливаются из особых стеклокерамических материалов. Обычно это зеродур (zerodur) и астроситалл (astrosital). Технологией производства ситалла занимаются две компании в мире, одна из них – АО «ЛЗОС».

Купол телескопа должен быть закрытым, чтобы защитить оптику от воздействия внешней среды. Телескоп будет использоваться для изучения природы магнитных полей Солнца и цикла солнечной активности. Это позволит продвинуться в изучении причин возникновения солнечных вспышек, корональных выбросов.

Напомним, что в проект Национального гелиогеофизического комплекса помимо КСТ-3 входят ещё шесть инструментов. Это радиогелиограф – находится в Тункинской долине, и сейчас учёные трудятся на 256-антенном Сибирском солнечном радиотелескопе. Одновременно ведутся работы по созданию на его базе инструмента нового поколения – многоволнового радиогелиографа. «Солнечный крест» сегодня работает на частоте 5,7 ГГц. Возможности многоволнового радиогелиографа будут существенно шире: диапазон частот – 3–24 ГГц. Ещё один проект – оптические приборы в обсерватории в Тункинской долине. Поставку оборудования осуществляет фирма из Канады. Это интерферометр «Фабри – Перро», широкоугольные камеры с охватом всей верхней полусферы, спектрометры оптического диапазона и фотометры.

Проект национального гелиогеофизического комплекса, в который будут включены лидар (оптический радар), комплекс радаров, нагревной стенд для искусственной модификации ионосферы, будет осуществлять мониторинг состояния околоземного космического пространства, появится возможность получать научные данные о Солнце и околоземном пространстве на самом современном оборудовании и, что важно, оперативно обрабатывать данные. Предварительно строи-

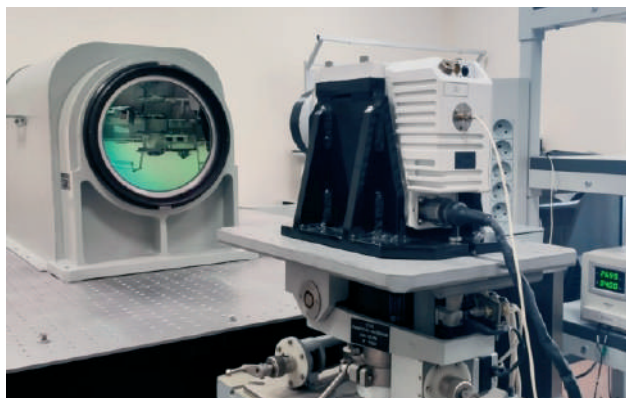


Фото – стенд «Ростех»

тельство гелиогеофизического комплекса должно быть завершено до 2030 года.

Также ученые ГК «Ростех» запатентовали оптику с повышенным отражением.

На казанском предприятии НПО «Государственный институт прикладной оптики» (НПО «ГИПО») разработали и защитили патентом новое техническое решение, заключающееся в повышении коэффициента отражения оптического зеркала во всех рабочих спектральных диапазонах.

Разработка относится к сфере приборостроения и потенциально может использоваться как оптический элемент в составе лазерной техники, работающей на длине волны 10,6 мкм, и вместе с тем – в различных оптико-электронных приборах для широкой области спектра. Ее авторами стали специалисты НПО «ГИПО».

Особенностью изобретения является то, что отражающий слой зеркала выполняется из тонкой пленки сплава алюминия и меди толщиной 200–400 нм, а защитный слой – из оксида лютетия толщиной 100–250 нм.

«Коэффициент отражения предложенного оптического зеркала выше на 0,1–0,4 % в части видимого, среднем и дальнем спектральных ИК-диапазонах, чем у прототипа. Кроме того, в отражающем слое прототипа используется золото, являющееся драгоценным металлом. Алюминий и медь, применяемые в отражающем слое предложенного оптического зеркала, дешевле в десятки раз», – сказал генеральный директор НПО «ГИПО» Виллен Балоев.

По итогам 2021 года десятки разработок, учтенных в этом показателе, являются результатом научной деятельности специалистов НПО «ГИПО».

Государственный институт прикладной оптики обладает большим научным, техническим и кадровым потенциалом в области создания оптических покрытий. В институте более 60 лет ведутся исследования и разработки в этом направлении. За это время накоплен огромный опыт в разработке просветляющих, фильтрующих, дихроичных, высокоотражающих, светоделительных, защитных покрытий с высокими оптическими и эксплуатационными характеристиками для широкой области спектра от 0,25 до 25 мкм.

Ежегодная выставка лазерной, оптической и оптоэлектронной техники является общепромышленной площадкой, где на 30–40 % стендов представлена совершенно новая техника, которая появилась в течение года. По оценкам, полученным на основе опросов участников, до 80 % всех деловых контрактов заключаются на выставке «Фотоника».

Большое внимание посетителей выставки привлекли разработки специалистов института в области акустооптики, в частности – акустооптические модуляторы (приборы, широко применяемые в системах обработки информации, коммутационных устройствах, для оснащения научных лабораторий, а также при создании функциональной электроники).

АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха» (НИИ «Полюс») познакомил участников и посетителей 16-й Международной выставки «Фотоника. Мир лазеров и оптики -2022» с современными изделиями в области оптики, оптоэлектроники, фотоники и лазерной техники и представил более 15 высокотехнологичных изделий. Среди них – фотоприемные устройства, оптические детали и элементы, решетки лазерных диодов, пассивные лазерные затворы и другие изделия фотоэлектроники.

В деловой программе мероприятия были выступления специалистов АО «НИИ «Полюс», посвященные получению высокоотражающих интерференционных лазерных зеркал, повышению выходной мощности и КПД полупроводниковых лазеров и другим темам.

На стенде также было представлено устройство, которое позволяет вести поиск объектов в условиях недостаточной видимости, и с его помощью можно легко обнаружить источник возгорания, скрытый густой завесой дыма. Применяется SWIR-камера в любое время суток и в любых погодных условиях. Камера работает в спектре от 0,9 до 1,7 мкм, что позволяет с ее помощью распознавать замаскированные объекты. Также устройство способно обнаруживать источники лазерного и теплового излучения, фиксировать выстрелы, залпы и сигнальные огни. Полностью герметичный корпус с высоким уровнем защиты предохраняет камеру от повреждений, попадания пыли и воды. Разработка НПО «Орион» не боится экстремальных природных условий, что было подтверждено использованием в 18-дневной арктической экспедиции.

В модельном ряду SWIR-камеры – шесть вариантов исполнения. Устройства могут легко внедряться в различные системы безопасности. Также одним из интересных направлений применения технологии является сельское хозяйство. Например, с помощью SWIR можно проводить оценку влажности почв или характеристик посевов.

Облегченное зеркало легче монолитного, поэтому, если оно удовлетворяет по своим оптиче-

ским параметрам требованиям спецификации и является жестким в допустимых пределах, то это свойство – существенное преимущество в наземных условиях. Представленные структуры обеспечивают коэффициент облегчения зеркал от 50 до 80 %. Форма и размеры ячеек определяются по результатам расчетов и обеспечивают сохранение оптических характеристик рабочей поверхности в процессе эксплуатации.

Оптические ситаллы идеально подходят для астрономических зеркал и других оптических деталей, для которых важна повышенная устойчивость к температурным воздействиям. Благодаря термической стабильности на основе ситалла изготавливаются зеркала высочайшей точности. Для этой технологии характерно сравнительно короткое время обработки, ведь измерения можно проводить, не дожидаясь наступления термического равновесия.

«Фотоника» выходит далеко за рамки узкоотраслевого смотра. Лазерные технологии находят широкое применение в машиностроении, здравоохранении, сельском хозяйстве, системах связи, на транспорте и в других важнейших отраслях.

Диапазон экспозиции этого года был, как всегда, разнообразен и широк. В тематических разделах представлены различные направления фотоники: лазерные источники излучения и комплектующие, оптоволоконная техника, лазерное оборудование, оптоэлектроника, нанофотоника, лазерная медицина, лазерная техника для растениеводства и природопользования и многое другое.



Камера коротковолнового инфракрасного диапазона SWIR (НПО «Орион»). Фото: «Швабе»

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОСЦИЛЛОГРАФОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ
PROBLEMS OF USING OSCILLOSCOPES FOR MEASURING TIME INTERVALS

Апрелева М.А., ФГБУ ГНМИЦ Минобороны России
Apreleva M.A., FGBI «MSMC» of the Ministry Defense of Russia
apreleva.m.a@mail.ru

Приведены результаты анализа данных, приведённых в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений в части осциллографов и возможности их применения в сфере государственного регулирования для измерений интервалов времени.

The brought results of the analysis of the data provided in the Federal information fund for ensuring the uniformity of measurements in terms of oscilloscopes and the possibility of their using in the field of state regulation for measuring time intervals.

Ключевые слова: осциллограф, опорный генератор, временной интервал.

Keywords: oscilloscope, reference generator, time interval

Осциллограф – одно из важнейших и незаменимых устройств для анализа электрических сигналов. Современные осциллографы позволяют не только достаточно достоверно визуализировать происходящие процессы, но и обеспечить измерения временных и амплитудных характеристик. С появлением цифровых запоминающих приборов появилась возможность наблюдения, регистрации и измерений параметров и анализа непериодических сигналов.

Применение средств измерений в сфере государственного регулирования требует обязательного утверждения их типа, а также поверки установленным порядком [1]. В ходе испытаний в целях утверждения типа подтверждаются заявленные метрологические и технические характеристики, оформляется описание типа средства измерений, которое является приложением к свидетельству об утверждении типа. Заявка на проведение испытаний не всегда представляется изготовителем средства измерений, поэтому заявленные характеристики отличаются от характеристик, приведенных в технической и эксплуатационной документации на прибор. Часть характеристик пропускается, часть изменяется в целях облегчения проведения поверки при эксплуатации. В результате этого возникает разрыв между реальными характеристиками средств измерений и ограничениями их применения в сфере государственного регулирования в рамках характеристик, приведенных в описании типа.

Особенно ярко этот разрыв проявляется для осциллографов.

Для каждого современного осциллографа обычно нормируются следующие характеристики:

- полоса пропускания;
- время нарастания/спада;
- частота дискретизации;
- диапазон установки коэффициентов отклонения;
- максимальный уровень входного сигнала;
- погрешность установки коэффициентов отклонения;
- погрешность измерений амплитуды сигналов;
- входное сопротивление;
- диапазон установки коэффициента развертки;
- пределы относительной погрешности частоты опорного генератора;
- погрешность установки коэффициентов развертки;
- пределы погрешности измерений временных интервалов.

Кроме этих характеристик приводятся различные дополнительные, связанные с расширенными функциональными возможностями.

По состоянию на начало 2022 года действует 124 свидетельства об утверждении типа на серийно выпускаемые осциллографы.

Анализ описаний типа, приведенных в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений в части осциллографов, показал, что почти половина из них (55 типов) не содержит сведений о погрешностях измерений интервалов времени. В лучшем случае, приводятся пределы относитель-



Управление метрологии Вооруженных Сил
Российской Федерации

ФГБУ «Главный научный метрологический
центр» Министерства обороны
Российской Федерации
(ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России)

16-17 НОЯБРЯ 2022 Г.



**XIV ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ В
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

с изданием сборника материалов конференции

ФГАУ «КВЦ «ПАТРИОТ»

РУКОВОДЯЩИЕ ОРГАНЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Организационный комитет

Председатель:

• **Подстреха Сергей Владимирович**
начальник Управления метрологии ВС РФ

Заместители председателя:

• **Талалай Антон Валерьевич**
председатель НТК (Метрологической службы ВС РФ)

• **Мамлеев Тимур Фанильевич**
начальник ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, к.т.н.

Члены организационного комитета:

• **Васильев Игорь Олегович**
советник Департамента развития научно-производственной базы ЯОК Госкорпорации «Росатом», д.т.н.

• **Голега Алексей Вячеславович**
главный метролог – руководитель Метрологической службы Госкорпорации «Роскосмос»

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

• **Клейменов Юрий Анатольевич**
заместитель начальника ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России по научной работе, д.т.н.

• **Кравцов Александр Николаевич**
начальник кафедры ВКА им. А.Ф. Можайского, к.т.н.

• **Кривов Анатолий Сергеевич**
председатель МСМП, д.т.н.

• **Кузнецов Антон Александрович**
начальник кафедры ВУНЦ ВВС «ВВА», к.т.н.

• **Кузнецов Дмитрий Александрович**
заместитель директора Департамента государственной политики в области технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений Минпромторга России

• **Минлигареев Владимир Тимурович**
заместитель директора ФГБУ ИПГ им. академика Е.К. Федорова по научной работе, д.т.н.

• **Сенюк Александр Владимирович**
начальник отдела метрологического обеспечения разработки и производства оборонной продукции АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей»

Программный комитет

• **Клейменов Юрий Анатольевич**
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, д.т.н.

• **Попенков Андрей Яковлевич**
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, к.т.н.

• **Храменков Виктор Николаевич**
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, д.т.н.

• **Щеглов Василий Андреевич**
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

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

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

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

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

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

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

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

8. Совершенствование метрологического обеспечения создания и эксплуатации средств ВКО.

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

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ

Место проведения конференции:

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

Адрес организационного и программного комитетов:

141006, Московская обл., г. Мытищи, ул. Комарова, д.13.

Телефоны: 8(495)586-97-56, 8(495)583-99-58;

E-mail: 32gnii@mil.ru

Регламент конференции:

1. Регистрация участников конференции – по месту проведения конференции 16 ноября 2022 года с 08.00 до 10.00.

2. Пленарные заседания – 16-17 ноября 2022 года (в соответствии с Программой конференции).

3. Работа по секциям – 16-17 ноября 2022 года (в соответствии с Программой конференции).

Секция 1 «Развитие организационных и нормативных основ обеспечения единства измерений при осуществлении деятельности в области обороны и безопасности Российской Федерации».

Секретарь секции – Усиков Валентин Дмитриевич, тел.: 8(495)586-44-23.

Секция 2 «Приоритетные направления развития технической базы метрологического обеспечения ВВСТ. Теоретические и технические проблемы обеспечения единства, требуемой точности, полноты и своевременности измерений в области обороны и безопасности Российской Федерации».

Секретарь секции – Козак Илья Витальевич, тел.: 8(495)583-52-48.

Секция 3 «Метрологическое обеспечение разработки, производства и эксплуатации средств ВКО».

Секретарь секции – представитель АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», тел.: 8(495)276-29-16, доб. 22-73.

4. Начало работы – 10.00. 16 и 17 ноября 2022 года.

5. Время для презентации (включая ответы на вопросы) **пленарного доклада** – до 30 минут, **секционного** – до 15 минут.

6. В зависимости от состояния эпидемиологической обстановки в период проведения конференции возможно ее проведение в заочном формате, о чем участникам, подавшим заявки, будет сообщено дополнительно.

7. Будет организована доставка участников конференции в КВЦ «Патриот».

8. Организационный взнос не требуется.

УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ В КОНФЕРЕНЦИИ

Очное участие в конференции:

- получение комплекта материалов;
- выступление с докладом;
- участие в обсуждениях доклада;
- публикация научных статей в сборнике.

Заочное участие в конференции:

- публикация научных статей в сборнике.

Для участия в конференции необходимо выслать до 15 сентября 2022 года на адрес электронной почты организационного комитета 32gnii@mil.ru:

1. **Заявку** на участие в конференции (заявка подается на каждого участника).

2. **Доклад (тезисы доклада)**, оформленный в соответствии с приведенными требованиями, в формате MS Word и названием файла по фамилиям авторов и номеру научного направления. Например: «Петров_Иванов_2.doc».

3. **Копию** экспертного заключения о возможности опубликования доклада (тезисов доклада) в открытых источниках печати в формате JPG или PDF.

Примечание: К началу работы конференции представить в организационный комитет (отправить по почте) **оригиналы заявки и экспертного заключения**.

Форма заявки участника

ЗАЯВКА

на участие в XIV Всероссийской научно-технической конференции «Метрологическое обеспечение обороны и безопасности в Российской Федерации»

16 – 17 ноября 2022 г.

Данные об участнике	
Фамилия, имя, отчество (воинское звание при наличии)	
Должность, ученая степень	
Данные об организации	
Организация	
Контактный телефон, электронная почта	
Тема доклада	
Форма участия	
Очное	с докладом (докладчик) ☐ с докладом (соавтор) ☐ без доклада ☐
Заочное	с публикацией в сборнике трудов ☐

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ

Материалы доклада (тезисы доклада) должны содержать краткое изложение цели исследований, методики их проведения и анализ полученных результатов. Объем доклада – от одной до четырех страниц, последняя страница должна быть заполнена не менее чем на три четверти (к материалам пленарных докладов требования по объему не предъявляются). Перед набором текста настройте параметры текстового редактора следующим образом:

- ☒ размер бумаги – А4 (210×297);
- ☒ ориентация – книжная;
- ☒ поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 2 см;
- ☒ колонтитулы: верхний и нижний – 1 см;
- ☒ красная строка – 1 см;
- ☒ шрифт – Times New Roman;
- ☒ высота шрифта: название – 12, УДК, авторы, аннотация, текст, литература – 11;
- ☒ межстрочный интервал – одинарный;
- ☒ выравнивание – по ширине.

В верхней части первой страницы текста слева указывается УДК.

Ниже по центру **ЗАГЛАВНЫМИ БУКВАМИ** жирным шрифтом без переноса печатается название доклада.

Затем, через одну строку, в центре, печатаются фамилии, инициалы авторов **ЗАГЛАВНЫМИ БУКВАМИ** (перед фамилиями авторов, при наличии, указывается ученая степень, сокращенно – к.т.н., д.т.н.), затем сокращенное наименование организации. Одна строка – одна фамилия. Первой указывается фамилия докладчика.

Ниже, через одну строку, *курсивом печатается аннотация* (не более 6 строк). Далее, через одну строку, печатается текст доклада. Каждому рисунку и таблице присваивается порядковый номер. Рисунки и таблицы сопровождаются обязательными названиями.

Ниже, через одну строку, по центру печатается слово «Литература» и далее – перечень литературы.

Текст доклада представляется в *электронной форме!!!* (по электронной почте 32gnii@mil.ru, либо на CD-диске в текстовом редакторе Word).

Обязательно к материалам доклада (тезисам доклада) должно быть приложено экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати, оформленное в установленном порядке.

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.

Подаявая 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.

