

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 со-
искание ученой степени доктора наук»
 («Перечень...» от 25.12.2017 г. за № 2210).

Учредитель и издатель

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

Редакционный совет:

И.Ю. Блинов, доктор технических наук.
В.А. Вышков, 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

Адрес редакции: 141006, г. Мытищи
Московской обл., Олимпийский проспект,
владение 12, строение 1, оф. 404
Адрес для переписки, размещения рек-
ламы и приобретения журнала «Вестник
метролога»:
п/о Менделеево, Солнечногорский р-н,
Московская область, 141570
Тел./факс
(495) 586-23-88; (495) 580-35-66.
E-mail: 32gniii_vm@mail.ru; vm@vniiftri.ru

Отпечатано ООО «Принт»

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

Сдано в набор 09.08.2021

Подписано в печать 16.08.2021

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

Радиотехнические измерения

Голик А.М., д.т.н., Шишов Ю.А., д.т.н., Санкт-Петербургский
военный институт войск национальной гвардии,
Клейменов Ю.А., д.т.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
(г. Мытищи, Московской области), Бобов С.Ю., Михайловская
военная артиллерийская академия г. Санкт-Петербург
Встроенный контроль характеристик диаграммы
направленности цифровой антенной решетки мобильного
радиолокационного комплекса 3

Акустические измерения

Еняков А.М., д.т.н., Панин О.А., ФГУП «Всероссийский
научно-исследовательский институт физико-технических
и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)
Экологические проблемы шумового загрязнения арктических
вод России 9

Измерения времени и частоты

Беляев А.А., к.т.н., Воронцов В.Г., Демидов Н.А., д.т.н., Поляков В.А.,
Сахаров Б.А., д.т.н., Тимофеев Ю.В., к.т.н., ЗАО «Время-Ч»
Экспериментальные исследования неустойчивости частоты
водородного стандарта частоты с двойной сортировкой
атомов водорода 15

Радиоэлектронные измерения

Кизима С.В., д.т.н., эксперт МСЭ, Калинин А.А., Руденкова Е. Г.,
к.т.н., доцент, ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Перспективы использования действующих радиоэлектронных
средств для оперативного контроля и подтверждения
метрологических характеристик средств измерений спектральных
параметров сигналов в реальных условиях эксплуатации 22

Антенные измерения

Макаренков В.В., Мороз А.В., Сахно И.В., Семенов А.А., ВКА
им. А.Ф. Можайского, Дворов А.Н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Методика формирования диаграммы направленности и
расчета отношения сигнал-шум на выходе синтезированной
антенной решетки ультразвукового локационного стенда в
условиях помехового воздействия 28

Щеглову Василию Андреевичу – 85 лет 34

Алейник В.В., к.в.н., Кравцов А.Н., к.т.н., Литвиненко С.Ф., к.т.н.,
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского
Кафедре метрологического обеспечения вооружения, военной
и специальной техники военно-космической академии имени
А.Ф. Можайского – 70 лет 35

Научно-технические обзоры материалов конференций, симпозиумов

Надеин В.В., к.п.н., доцент, Плотников А.В., к.т.н.,
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Перспективы развития, инновации в области вооружения и военной
техники и возрастающая роль метрологического обеспечения
Вооруженных Сил Российской Федерации (7-й Международный
военно-технический форум «Армия-2021», 22–28 августа) 38

Выставки, конференции в IV квартале 2021 года:

VIII Международный промышленный форум «Территория NDT.
Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика»
18.10.–21.10.2021 (Москва, ЦБК «Экспоцентр») 40

Testing&Control – международная выставка испытательного
и контрольно-измерительного оборудования в России
26.10.–28.10.2021 (Москва, МВЦ «Крокус Экспо») 40

Информация

Новинки измерительной техники

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

«Vestnik Metrologa»

Scientific and technical journal

By the solution of VAK of 18.12.2017 it is included in «The list of the reviewed scientific publications in which have to be the main scientific results of theses for a degree of the candidate of science, for a degree of the doctor of science are published» («List»... of 25.12.2017 for No. 2210).

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 obl., Olympic avenue, possession 12, construction 1, of. 404

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

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

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

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

It is Printed by OOO «Print»

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

telephone (3412) 56-95-53

The Circulation 300 copies

CONTENTS

Measurements of radio engineering quantities

Golik A.M., d.t.s., Shishov YU.A., d.t.s., SANKT-PETERSBURG military institute of the troopses to national guard, Kleymenov YU.A., d.t.s., FSBI «MSMC» of Russia Ministry of Defence (Mytishchi, Moscow Region), Bobov C.YU., SANKT-PETERSBURG military institute of the troopses to national guard

Built-in checking the features of the diagram to directivities of the digital antenna lattice of the mobile radar complex 3

Measurements of akkustiks values

Enyakov A.M., d.t.s., Panin O.A., All-Russia Research Institute of Physicotechnical and Radio Measurements FSUE «VNIIFTRI», Mendeleevo, Moscow region

Environmental problems of noise pollution in arctic waters of Russia 9

Measurements of time and frequencies

Belyaev A.A., Voroncov V.G., Demidov N.A., Polyakov V.A., Saharov B.A., Timofeev YU.V., ZAO «Time-CH»

Experimental study instability of the frequency of the hydrogen standard of the frequency with double sorting atom hydrogen 15

Measurements of radio engineering quantities

Kizima S.V., Dr.Sci.(Tech), ITU expert, Kalinin A.A., Rudenkova E.G., k.t.s., FSBI «MSMC» oh the Ministry of Defense of the Russian Federation

Prospects of using operating radio-electronic means to the goal of control and confirmation of metrological characteristics of measuring instruments of spectral parameters of signals in real conditions of their intended use 22

Measurements of antenna

Makarenkov V.V., Moroz A.V., Sahno I.V., d.t.s., professor, Semenov A.A., c.t.s., A.F. Mozhaysky military space academy, Dvorov A.N., FGBU «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Method of formation of a directional diagram and calculation of the signal-to-noise ratio at the output of a synthesized antenna array of the ultrasonic location stand under interference conditions 28

SCHeglov Vasily Andreevich – 85 years 34

Aleynik V.V., k.v.n., Kravtsov A.N., k.t.n., Litvinenko S.F., k.t.n., A.F. Mozhaysky military space academy

70 years of the department «Metrological support of weapons, military and special equipment» A.F. Mozhaysky military space academy . . . 35

SCIENTIFICALLY-TECHNICAL REVIEWS MATERIAL CONFERENCE SYMPOSIUM

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

Development prospects, innovations in the field of weapons and military equipment and the increasing role of metrological support of the Armed Forces of the Russian Federation (7-th international military-technical forum «Army-2021», 22–28 августа) 38

EXHIBITIONS to CONFERENCES IN IV QUARTERS 2021

Territory NDT-2021 (18–21 октября) 40

Testing&Control (26–28 октября) 40

Information

Novelties of the measuring technology

ВСТРОЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ЦИФРОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ МОБИЛЬНОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА BUILT-IN CHECKING THE FEATURES OF THE DIAGRAM TO DIRECTIVITIES OF THE DIGITAL ANTENNA LATTICE OF THE MOBILE RADAR COMPLEX

Голик А.М., д.т.н., Шишов Ю.А., д.т.н., Санкт-Петербургский военный институт войск национальной гвардии,
Клейменов Ю.А., д.т.н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России (г. Мытищи, Московской области),
Бобов С.Ю., Михайловская военная артиллерийская академия, г. Санкт-Петербург
Golik A.M., d.t.s., Shishov YU.A., d.t.s., SANKT-PETERSBURG military institute of the troops to national guard,
Kleymentov YU.A., d.t.s., FSBI «MSMC» of Russia Ministry of Defence (Mytishchi, Moscow Region),
Bobov S.YU., Mihaylovskaya military artillery academy, SANKT-PETERSBURG
e-mail: serega26rus.bobov@yandex.ru
tel. 8-911-910-28-80

В статье рассмотрен способ, позволяющий повысить достоверность и оперативность измерительного контроля характеристик цифровой антенной решетки, который может быть реализован в мобильных РЛС, обеспечивающих сопровождение быстролетающих объектов наблюдения в условиях воздействия дестабилизирующих факторов.

In article is considered way, allowing raise validity and onepativnost' measuring checking the features of the digital antenna lattice, which can be marketed in mobile RLS, providing accompaniment quickly fly object of the observation in condition of the influence destabilition factor.

Ключевые слова: цифровая антенная решетка, приемо-передающий модуль, комплексный коэффициент передачи, отношение сигнал-шум.

Keywords: digital antenna lattice, acceptance-transmitting module, complex factor of the issue, attitude signal-noise.

Оценка интегральных характеристик (радиолокационных станций) РЛС предполагает наличие в составе ее радиолокационной аппаратуры системы встроенного контроля. При этом для обеспечения устойчивости функционирования РЛС в процессе эксплуатации информация о ее характеристиках должна поступать без прекращения работы в соответствии с предназначением. Эти оперативные данные должны обеспечить проведение оценки интегральных характеристик излучения РЛС в условиях воздействия различных дестабилизирующих факторов. Интегральные характеристики излучения антенной системы РЛС, т.е. диаграммы направленности антенной решетки для различных угловых положений ее главного максимума, определяются амплитудно-фазовым распределением на раскрыве антенной решетки, которое в свою очередь определяется техническим состоянием ее каналов управления (приемо-передающих модулей).

Необходимый для адаптивного управления характеристиками излучения объем информации, получаемый от средств встроенного контроля, должен содержать данные об изменении диаграммы направленности антенной решетки и (или) сведения о факторах, снижающих эти характеристики.

Исследованию вопросов реализации встроенного контроля антенных решеток посвящен ряд

работ [1–5 и др.]. В них приведена классификация методов встроенного контроля антенных решеток, а также способов их реализации. Проведен анализ возможностей этих методов. Результаты анализа показывают, что наиболее приемлемый способ оценки интегральных характеристик РЛС без прекращения ее работы заключается в моделировании диаграммы направленности антенной решетки на основе данных, полученных при реализации модуляционного метода дифференциального СВЧ-контроля [6]. Модуляционный метод позволяет на основании характеристик ближнего поля каналов управления, т.е. при числе измерений $Q_m = M \cdot N \cdot p \cdot h$ (M и N – число строк и столбцов антенной решетки соответственно, h – минимально необходимое число точек для определения погрешностей установки диаграммы направленности антенной решетки, p – разрядность фазовращателей либо аналого-цифрового преобразователя (АЦП)), восстановить диаграммы направленности для всех возможных положений луча в секторе сканирования антенной решетки.

Однако при использовании активных фазированных антенных решеток (АФАР) и цифровых антенных решеток (ЦАР) недостатки способов, реализующих модуляционный метод, будут состоять не только в том, что они требуют достаточ-

По этим значениям цифровых сигналов в блоке встроенного контроля определяется значение комплексных коэффициентов передачи МШУ $\dot{K}_{п.мшу}$ в соответствии с выражением:

$$\dot{K}_{п.мшу} = \frac{\dot{U}_{вых.мшу}}{\dot{U}_{вх.мшу}} = K_{п.мшу} \cdot e^{j\varphi_{мшу}}, \quad (13)$$

где
$$U_{вых.мшу} = \sqrt{Q_{вых}^2 + I_{вых}^2}, \quad (14)$$

$$U_{вх.мшу} = \sqrt{Q_{вх}^2 + I_{вх}^2}, \quad (15)$$

$$\varphi_{мшу} = \varphi_{вых.мшу} - \varphi_{вх.мшу}. \quad (16)$$

Полученные значения $\dot{K}_{п.мшу}$ используются для моделирования диаграммы направленности ЦАР в режиме приема.

Таким образом, предлагаемый способ встроенного СВЧ-контроля контроля включает процедуры, позволяющие при работе ЦАР на передачу оценить комплексный коэффициент передачи входящих в состав передающих каналов ППМ усилителей мощности, а при работе ЦАР на прием – оценить реальный динамический диапазон приемных каналов ППМ, а также комплексные коэффициенты передачи входящих в их состав малошумящих усилителей, и использовать эту информацию при расчетах диаграмм направленности ЦАР в соответствии с [11].

Характеристики входящих в передающие каналы ППМ усилителей мощности могут быть получены за время, соответствующее одному периоду следования зондирующего сигнала, а информация о характеристиках приемных каналов ППМ может быть получена за время, соответствующее B периодам следования зондирующего сигнала.

Выполнение указанных операций позволит повысить достоверность и оперативность измерительного контроля характеристик ЦАР и реализовать предлагаемый способ в РЛС, обеспечивающих сопровождение быстролетающих объектов наблюдения в условиях воздействия дестабили-

зирующих факторов, требующих оперативного контроля диаграммы направленности ЦАР без выведения РЛС из штатного режима функционирования.

Литература:

1. Голик А.М., Клейменов Ю.А. Встроенный контроль каналов управления ФАР и адаптация к его результатам // Материалы XIV НТК, в/ч 55215, Мытищи. – 1989. – С. 96–98.
2. Шишов Ю.А., Голик А.М., Клейменов Ю.А. и др. Адаптивное управление ФАР по результатам встроенного контроля // Зарубежная радиоэлектроника, 1990. – № 9. – С. 69–90.
3. А.с. 1781641 (СССР), МПК G01R 29/10. Устройство для встроенного контроля дискретно-коммутационной антенной решетки с рп-диодными фазовращателями и со строчно-столбцовым фазированием / А.М. Голик, Ю.А. Шишов, Ю.А. Клейменов, Н.В. Мороз; заявл. 29.01.1991; опубл. 15.12.1992. – Бюл. № 46.
4. Патент 2169376 (Россия), МПК G01R 29/10. Способ встроенного контроля характеристик фазированной антенной решетки / А.М. Голик, Ю.А. Клейменов, Д.Н. Заговенков и др.; заявл. 16.12.1999; опубл. 20.06.2001. – Бюл. № 17.
5. Патент 2333502 (Россия), МПК G01R 29/10. Способ встроенного контроля характеристик фазированной антенной решетки / А.М. Голик, Ю.А. Клейменов, А.Ю. Кузин и др.; заявл. 27.01.2006; опубл. 10.09.2008. – Бюл. № 25.
6. Патент 3378846 (США), H01Q 3/46. 16.04.1968. Method and apparatus for testing phased array antennas.
7. Патент 2511032 (Россия), МПК G01R 29/10. Способ встроенного контроля характеристик активной фазированной антенной решетки / А.М. Голик, Ю.А. Клейменов, И.М. Малай и др.; заявл. 24.07.2012; опубл. 10.04.2014. – Бюл. № 10.
8. Шишов Ю.А., Вахлов М.Г. Динамический диапазон приемного модуля крупноапертурной цифровой антенной решетки // Радиотехника, 2018., – № 2, – С. 94–102.
9. Патент 2526891 (Россия), МКИ G01R 29/10. Способ измерения характеристик диаграммы направленности активной / пассивной фазированной антенной решетки / П.А. Агеев., И.М. Малай и др.; заявл. 07.05.2013; опубл. 27.08.2014. – Бюл. № 24.
10. Добычина Е.М. Цифровые антенные решетки бортовых радиоэлектронных систем. Дисс. докт. техн. наук. – М.: МАИ. – 2019. – 297 с.
11. Активные фазированные антенные решетки / Под ред. Д.И. Воскресенского и А.И. Канащенкова. – Радиотехника, 2004. – 488 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АРКТИЧЕСКИХ ВОД РОССИИ ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF NOISE POLLUTION IN ARCTIC WATERS OF RUSSIA

Еняков А.М.¹, д.т.н., Панин О.А.²

^{1,2} ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Enyakov A.M.¹, d.t.s., Panin O.A.²

^{1,2} FSUE "VNIIFTRI", Mendeleev, Moscow region, 141570 Russia

e-mail: ¹enyakov@vniiftri.ru, ²oapanin@mail.ru

tel. +7(495)660-21-65

Арктика – уникальный регион планеты, характеризующийся низким уровнем подводного шума и особым составом морских млекопитающих, использующих звук для своей жизнедеятельности. Однако потепление арктических вод за последние 40 лет создает предпосылки для расширения антропогенного вмешательства, представляющего серьезную угрозу для морской флоры и фауны. Необходимы меры по охране окружающей среды, включая акустический мониторинг арктических вод и согласованные ограничения на их использование.

The Arctic is a unique region of the Planet, characterized by a low level of underwater noise and a special composition of marine mammals that use sound for their existence. However, the warming of Arctic waters over the past 40 years creates the prerequisites for the expansion of anthropogenic activities that pose a serious threat to marine life. Environmental protection measures are needed, including acoustic monitoring of Arctic waters and agreed restrictions on their use.

Ключевые слова: Арктика, климат, ледовый покров, ледокол, подводный шум, Северный морской путь.

Keywords: Arctic, climate, ice cover, icebreaker, underwater noise, Northern Sea Route.

Арктика – это уникальный регион, когда речь идет о подводном шуме и его потенциальном воздействии на морскую фауну. Существует целый ряд факторов, отличающих арктические и достаточно хорошо изученные неарктические воды, включая источники окружающего звука и то, как ледовый покров может влиять на свойства распространения звука. Арктика также является домом для ряда эндемичных морских видов, многие из которых производят, слышат и обрабатывают звуки, выполняя важнейшие биологические функции, включая коммуникацию, добывание пищи, навигацию и избегание хищников. Самое главное, что культура и жизнедеятельность коренных народов Арктики зависят от сохранения здоровья морских млекопитающих в большей степени, чем в других регионах мира.

Уровень фонового подводного шума в Арктике, как правило, ниже, чем в неполярных регионах по следующим причинам:

- наличие твердого морского льда, по крайней мере, в течение части года эффективно изолирует подводную среду от большинства связанных с погодой источников шума (ветер, волнение и пр.);

- по сравнению с другими регионами планеты в Арктике наблюдается меньшая шумовая антропогенная активность, что объясняется сложной ледовой обстановкой, ограничивающей как су-

доходство, так и промышленную деятельность. Поэтому уровень окружающего шума в Арктике обычно выше летом, чем зимой, и также сильно варьируется географически. Например, западная часть российского арктического шельфа гораздо свободнее ото льдов, чем его восточная часть.

В основном, антропогенные источники подводного шума (судоходство, сейсморазведка, бурение морского дна, забивание свай в морское дно и пр.) сходны по характеру и уровням акустического воздействия с подобными источниками в неарктических регионах. Однако имеются особенности, связанные с использованием ледоколов, которые производят повышенный шум (до 200 дБ отн. 1 мкПа·м и выше) из-за кавитации гребного винта при нерегулярном характере разрушения льда, что часто включает в себя такие действия, как задний ход и таран во льду, а также из-за шума пузырьков воздуха при работе системы барботера (воздушно-пузырьковой системы для отталкивания льда от борта). Тем не менее следует иметь в виду, что уровни подводного шума из-за естественного разрушения ледового покрова гораздо выше, чем шум ледокола при раскалывании льда [1].

Однако происходящее в настоящее время глобальное потепление стремительно меняет ситуацию в Арктике. В последние десятилетия протяженность летнего морского льда уменьшается [2],

Остаются нерешенными и многие вопросы дипломатического и правового характера.

В утвержденной Президентом РФ «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» в качестве ключевых факторов, оказывающих влияние на социально-экономическое развитие Арктической зоны РФ, отмечаются: низкая устойчивость экологических систем, определяющих биологическое равновесие и климат Земли, и их зависимость даже от незначительных антропогенных воздействий, дефицит технических средств и технологических возможностей по изучению, освоению и использованию арктических пространств и ресурсов, возрастание техногенной и антропогенной нагрузки на окружающую среду. Для охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в Арктике в «Стратегии» предусматриваются: обеспечение сохранения биологического разнообразия арктической флоры и фауны в условиях расширения экономической деятельности и глобальных изменений климата, развитие и расширение сети особо охраняемых природных территорий и акваторий федерального и регионального значения, минимизация негативного антропогенного воздействия на окружающую среду Арктической зоны Российской Федерации, обусловленного текущей хозяйственной и иной деятельностью, совершенствование системы государственного экологического мониторинга в Арктической зоне Российской Федерации, основанной на использовании объективных и измеряемых показателей оценки состояния окружающей среды, формировании системы наблюдения за состоянием и загрязнением окружающей среды.

Увы, пока эти положения остаются только на бумаге. Никаких нормативных документов, связанных с правилами и порядком проведения оценки шумового загрязнения арктических вод, никаких реальных программ по проведению их гидроакустического мониторинга пока нет. Однако понимание важности оценки уровней шумов от развивающегося судоходства в Арктике уже наметилось. В принятом недавно Постановлении Правительства РФ [14] «измерения уровня подводного шума в особо охраняемых арктических зонах Российской Федерации» (п. 9.44) подлежат обязательному государственному метрологическому надзору и контролю. И это дает ФГУП «ВНИИФТРИ» правовую основу развивать практику гидроакустических измерений в Арктике.

Литература

1. PAME, Underwater Noise in the Arctic: A State of Knowledge Report, Rovaniemi, May 2019. Protection of the Arctic Marine Environment (PAME) Secretariat, Akureyri (2019)
2. Arctic climate change Update 2019. An assessment by the Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Электронный ресурс: <https://www.amap.no/documents/download/3295/inline>
3. В.Н. Малинин, П.А. Вайновский О причинах первого потепления Арктики в XX столетии/Ученые записки РГГМУ № 53, с. 34–55
4. Геннадий Матишов. Большие морские экосистемы и климат Арктики/ Доклад на заседании Президиума РАН 24.05.2016 г. Электронный ресурс: <https://scientificrussia.ru/articles/prezidium-ran-arktika-vstupila-v-period-poholodaniya>
5. Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Смоляницкий В.М. Изменения климата Арктики и Антарктики – результат действия естественных причин // Проблемы Арктики и Антарктики № 2 (85), 2010.
6. Панин Г. Н., Дианский Н.А., Соломонова И.В. и др. Оценка климатических изменений в Арктике в XXI столетии на основе комбинированного прогностического сценария // Арктика: экология и экономика. 2017, № 2 (26). С. 35–52.
7. Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report. Arctic Council, April 2009, second printing. Электронный ресурс: https://pame.is/images/03_Projects/AMSA/AMSA_2009_report/AMSA_2009_Report_2nd_print.pdf
8. А.М. Еняков, О.А. Панин О необходимости мониторинга шумового загрязнения морской среды в прибрежных акваториях// Сб. докл. Междунар. научно-практической конференции «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ, ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ – 2019», сент. 2019, г. Севастополь, с. 570–574.
9. А.М. Еняков, О.А. Панин. Нормированные ограничения допустимых уровней подводного шума гражданских судов // Вестник метролога, 2018, № 2, с. 13–18.
10. П. В. Богородский, В. П. Таврило. Шумы, сопровождающие разрушение льда корпусом ледокола // Акустический журнал, т. XXV, вып. 1, 1979, с. 135–136.
11. Богородский В. В., Таврило В. И., Григорьев В.С., Гудкович З.М., Гусев А.В., Поляков А.П. Напряженное состояние ледяного покрова и сопутствующий ему акустический эффект. Тр. ДАНИИ, т. 324, Л., Гидрометеоиздат, 1974, 69–79.
12. Ethan H Roth, Val Schmidt, John A. Hildebrand and Sean M. Wiggins. Underwater radiated noise levels of a research icebreaker in the central Arctic Ocean // J. Acoust. Soc. Am. 133 (4), April 2013 Pages: 1971–1980.
13. Электронный ресурс: <http://ihaefe.org/files/pacific-ocean-map/45.pdf>
14. Постановление Правительства РФ от 16.11.2020 г. № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ ВОДОРОДНОГО СТАНДАРТА ЧАСТОТЫ С ДВОЙНОЙ СОРТИРОВКОЙ АТОМОВ ВОДОРОДА FREQUENCY STABILITY EXPERIMENTAL RESULTS OF AN ACTIVE HYDROGEN MASER WITH A SINGLE-STATE SELECTION SYSTEM

Беляев А.А., к.т.н, Воронцов В.Г., Демидов Н.А., д.т.н.,
Поляков В.А., Сахаров Б.А., д.т.н., Тимофеев Ю.В., к.т.н., ЗАО «Время-Ч»
Belyaev A.A., c.t.s., Vorontsov V.G., Demidov N.A., d.t.s., Polyakov V.A., Sakharov B.A., d.t.s.,
Timofeev Yu.V., c.t.s., Vremya-CH JSC
e-mail: polyakov@vremya-ch.com, timofeev@vremya-ch.com,
tel. +79877480800, +79101371557

Рассмотрено применение системы двойной сортировки (СДС) атомов водорода для уменьшения предельной нестабильности частоты водородных стандартов частоты. Кратко описана разработанная конструкция системы двойной сортировки, приведены экспериментальные результаты по измерению нестабильности частоты водородного стандарта частоты с СДС по сравнению с промышленно выпускаемыми приборами. Исследовано влияние нестабильности параметров СДС на частоту ВСЧ и определены требования к необходимому уровню их стабилизации.

Frequency stability improvement of an active hydrogen maser with a single-state selection is considered. The designed state selection is described, frequency stability measurement results are given in comparison with commercial instruments. Single-state selection parameters requirements are discussed.

Ключевые слова: активный водородный стандарт частоты, система двойной сортировки атомов по квантовым состояниям, метод адиабатического быстрого прохождения, нестабильность частоты.

Keywords: active hydrogen maser, single-state selecting system, adiabatic rapid passage, frequency stability.

1. Введение

Водородные стандарты частоты и времени (ВСЧВ) широко применяются во многих отраслях науки и технике благодаря высоким метрологическим характеристикам на интервалах времени измерения от одной секунды до суток. Они являются неотъемлемой частью Государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭВЧ), и составляют основу вторичных и рабочих эталонов единиц времени и частоты в Российской Федерации [1, 2]. В рамках реализации Федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы» [3] была проведена модернизация комплексов хранения национальной шкалы времени UTC(SU) в интересах достижения заданных тактико-технических характеристик системы ГЛОНАСС в части разработки базового комплекса времени и частоты [4, 5], основу которого составляет ВСЧВ с нестабильностью частоты менее 3×10^{-16} на интервале времени измерения 1 сутки. ВСЧВ являются основой перевозимых квантовых часов нового поколения, используемых для сличений территориально разнесенных эталонов времени и частоты [6].

Применение ВСЧВ в качестве бортового синхронизирующего устройства на космическом радиотелескопе «РадиоАстрон» [7, 8] позволило создать интерферометр с базой длиной 350 тыс. км. За счет низкой кратковременной нестабильности выходной частоты и спектральной плотности мощности фазовых шумов ВСЧВ применяются в качестве источника опорного сигнала для новейших атомных часов на основе ультрахолодных атомов [9, 10, 11], а также радио-интерферометрии со сверхдлинной базой [12].

ВСЧВ продолжают развиваться и совершенствоваться, улучшаются метрологические характеристики, повышается надежность. Многолетняя работа по развитию теории работы водородного генератора (ВГ), исследованию зависимости его частоты от различных факторов и параметров конструкции, систематическое конструктивное усовершенствование позволили к настоящему времени уменьшить нестабильность частоты ВСЧВ практически до теоретического предела, определяемого тепловыми шумами СВЧ резонатора и приемника. Предельная нестабильность частоты ВГ, обусловленная тепловыми шумами СВЧ резонатора, определяется следующим выражением [13]:

частоте около 7,5 МГц получим $\pm 1,3 \times 10^{-4}$ А с выключенной катушкой инверсии и $\pm 5,7 \times 10^{-4}$ А с включенной катушкой инверсии. Таким образом, требования к стабильности параметров СДС достаточно легко выполнимы, а использование катушки инверсии позволяет дополнительно ослабить их приблизительно в 3,5 раза.

6. Заключение

В статье кратко описана конструкция СДС, разработанная для промышленно выпускаемых ВСЧВ. Приведены экспериментальные результаты по измерению основных характеристик ВГ: мощности генерации, добротности спектральной линии, произведения $Q_s \sqrt{P}$. Проведено сравнение этих характеристик для ВГ с СДС и серийно выпускаемого ВСЧВ Ч1-1003М. Показано, что за счет увеличения значения произведения $Q_s \sqrt{P}$ в 1,5 раза предельная нестабильность частоты, обусловленная тепловыми шумами резонатора, может достигать $2 \cdot 10^{-14} (\tau)^{-1/2}$.

Представлены результаты экспериментальных исследований нестабильности частоты ВСЧВ с СДС, также проведено сравнение нестабильностей частоты ВСЧВ с СДС и серийно-выпускаемых ВСЧВ Ч1-1033 и Ч1-1035. Экспериментально доказано, что за счет использования пучка атомов в одном квантовом состоянии удастся уменьшить нестабильность частоты, определяемую тепловыми шумами резонатора, в 1,4–1,5 раза по сравнению с ВСЧВ Ч1-1033 и Ч1-1035, нестабильность частоты ВСЧВ с СДС на интервале времени измерения 1 сутки при этом составила $(1,3–1,5) \times 10^{-16}$.

Получена зависимость величины сдвига частоты ВСЧВ от изменения параметров СДС, предложено использовать катушку инверсии для ослабления требований к их стабильности. Для нестабильности частоты на уровне 1×10^{-16} определены требования к уровню стабилизации параметров СДС.

Литература:

1. Blinov I., Domnin Yu., Donchenko S., Goncharov A., Koshelyaevsky N., Kostromin V., Noretz I., Smirnov Yu. Progress at the State Time and Frequency Standard of Russia // Proceedings of the 45th Annual Precise Time and Time Interval (PTTI) Systems and Applications Meeting, December 2–5, 2013
2. Бойко А.И., Купалова О.В. Ансамбль водородных генераторов ГЭВЧ как «виртуальный фонтан» // Материалы VII Международного симпозиума «Метрология времени и пространства», 17–19 сентября 2014, С. 53–54
3. Федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы» утверждена постановлением правительства Российской Федерации от 3 марта 2012 года № 189
4. Воронцов В.Г., Беляев А.А., Демидов Н.А., Поляков В.А., Сахаров Б.А., Гладильщиков М.Л. Метрология времени и пространства: Материалы симпозиума, Менделеево, ВНИИФТРИ, 14–16 сентября, 2016
5. Донченко С.И., Блинов И.Ю., Гончаров А.С., Смирнов Ю.Ф., Беляев А.А., Демидов Н.А., Сахаров Б.А., Гладильщиков М.Л. Метрология времени и пространства: Материалы симпозиума, Менделеево, ВНИИФТРИ, 14–16 сентября, 2016
6. Воронцов В.Г., Беляев А.А., Демидов Н.А., Поляков В.А., Сахаров Б.А. Метрология времени и пространства: Материалы симпозиума, Менделеево, ВНИИФТРИ, 12–14 сентября, 2018, с. 262
7. Уткин А.Г., Беляев А.А., Павленко Ю.К. Метрология времени и пространства: Материалы симпозиума, Менделеево, ВНИИФТРИ, 17–19 сентября, 2012
8. Belyaev A., Biriukov A., Demidov N., Likhacheva L., Medvedev S., Myasnikov A., Pavlenko Y., Sakharov B., Smirnov P., Storojev E., Tulyakov A. Russian hydrogen masers for space applications // Proc. PTIT. Washington, 2–5 December, 2013. P. 87–93
9. Блинов И.Ю., Бойко А.И., Домнин Ю.С., Купалов Д.С., Хромов М.Н., Барышев В.Н., Алейников М.С., Копылов Л.Н., Новоселов А.В., Купалова О.В., Сви́до А.А., Парамзин В.А., Куроедов Н.В. Метрология времени и пространства: Материалы симпозиума, Менделеево, ВНИИФТРИ, 12–14 сентября, 2018.
10. Алейников М. С., Бойко А. И. «Активный Н-мазер с повышенной кратко-временной стабильностью», Измерительная техника, вып. 10, сс. 33–36, 2013.
11. Aleynikov M. S., Boyko A. I. “On the single-state selection for H-maser and its signal application for fountain atomic standard”, Proceedings EFTE, Neuchatel, 2014, pp. 169–172.
12. Матвиенко Л.И. Труды ИПА РАН, вып. 27. – СПб, 2013.
13. D. Kleppner, H.C. Berg, S.B. Crampton, N.F. Ramsey, R.F.C. Vessot, H.E. Peters, J. Vanier. Phys. Rev. 138, A972, 1965.
14. Audoin C., Desaintfuscien M., Petit P., Schermann J.-P. Design of a double focalization in a hydrogen maser // IEEE Trans. Instrum. Mass. IM-17, 1968.
15. А.А. Беляев, Н.А. Демидов, В.А. Поляков, Ю.В. Тимофеев, «Оценка возможного уменьшения нестабильности частоты водородного генератора при использовании пучка атомов в одном квантовом состоянии», Измерительная техника, вып. 8, сс. 28–31, 2018.
16. Ю.В. Тимофеев, В.А. Поляков, А.А. Беляев, Н.А. Демидов, «Результаты экспериментальных исследований водородного генератора с двойной сортировкой атомов по квантовым состояниям», Измерительная техника, вып. 8, сс. 40–43, 2018.
17. Lacey R. F., and R. F. C. Vessot. Improved state selection for hydrogen masers, Proc. 23rd Freq. Control Symp., p. 279, 1969.
18. В.А. Поляков, А.А. Беляев, Н.А. Демидов, Ю.В. Тимофеев, «Система двойной сортировки атомов по квантовым состояниям для промышленного водородного стандарта частоты», Измерительная техника, вып. 8, с. 31–36, 2018.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ
PROSPECTS OF USING OPERATING RADIO-ELECTRONIC MEANS TO THE GOAL OF CONTROL AND CONFIRMATION OF METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF MEASURING INSTRUMENTS OF SPECTRAL PARAMETERS OF SIGNALS IN REAL CONDITIONS OF THEIR INTENDED USE

Кизима С.В., д.т.н., эксперт МСЭ, Калинин А.А., Руденкова Е. Г., к.т.н., доцент,
 ФГБУ «ГНМИЦ» Минобороны России
 Kizima S.V., Dr.Sci.(Tech), ITU expert, Kalinin A.A., Rudenkova E.G., k.t.s.,
 FSBI «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation
 e-mail: 5314368@mail.ru, kalina6181@mail.ru, l654007@yandex.ru

В статье рассматриваются предпосылки и перспективы разработки технологических решений в области обеспечения оперативного контроля и подтверждения метрологических характеристик средств измерений спектральных параметров сигналов в реальных условиях эксплуатации на основе использования стабильных излучений действующих радиосредств.

The article considers the prerequisites and prospects for the creation of technological solutions in the field of ensuring operational control and confirmation of metrological characteristics of measuring instruments of signals spectral parameters in real operating conditions based on the use of stable emissions from operating radio-electronic means.

Ключевые слова: средства измерений спектральных параметров сигналов, эталон, поверка, радиоэлектронные средства, радиоконтроль, стабильность параметров излучений.

Keywords: means of measuring spectral parameters of signals, standard, verification, radio-electronic means, radio monitoring, stability of emission parameters.

Технологии поверки и калибровки (далее – поверки) средств измерений основываются на использовании эталонных источников измеряемых величин или эталонных измерительных приборов (эталонов различных разрядов). Поверка осуществляется на основе поверочных схем. Поверочные схемы структурно представляют процессы передачи единиц величин от эталонов средствам измерений согласно топологии и взаимодействию основных элементов поверочных схем, формируемых на основе и с учетом необходимых (требуемых) соотношений погрешностей элементов поверочных схем.

Поверка осуществляется поверочными лабораториями на выезде, в месте применения средств измерений по целевому назначению или в лабораторных условиях. Вместе с тем, возможны различные случаи, при которых возникает необходимость оперативного контроля и/или подтверждения метрологических характеристик средств измерений, и при этом отсутствуют возможности доставки эталонов в места эксплуатации средств измерений или возможности доставки средств измерений в места установки эталонов для проведения поверки средств измерений. В таких случаях необходим поиск возможностей и использование других способов оперативного контроля и

подтверждения метрологических характеристик средств измерений.

Рассмотрим потенциальную возможность и перспективы оперативного контроля и подтверждения метрологических характеристик средств измерений в реальных условиях эксплуатации при отсутствии доступности эталонов применительно к средствам измерений спектральных параметров сигналов.

Измерения параметров сигналов осуществляются при проведении радиоконтроля излучений радиоэлектронных средств (РЭС) и высокочастотных устройств, при оценке условий эксплуатации и электромагнитной совместимости (ЭМС), действующих и планируемых к применению радиосредств, при поиске источников помех приему теле- и радиосигналов, при проведении испытаний и контроля параметров технических средств различного назначения, а также при решении других специальных задач.

Полевые измерения параметров радиоизлучений и параметров спектра сигналов осуществляются с использованием анализаторов спектра, анализаторов сигналов, измерительных приемников и антенного оборудования, способных осуществлять прием радиоизлучений в требуемых полосах частот.



Рисунок 1 – Факторы, определяющие стабильность излучений действующих радиосредств

– характеристик их распределения/разнесения по оси частот в соотношении с рабочей полосой частот заданных типов средств измерений спектральных параметров излучений.

По результатам таких исследований может быть сформирован перечень радиослужб, радиотехнологий, типов радиосредств и конкретная номенклатура действующих РЭС, параметры излучений которых подлежат измерениям и исследованию на предмет определения их стабильности и пригодности для использования при контроле и подтверждении метрологических характеристик средств измерений спектральных параметров сигналов в реальных условиях их эксплуатации.

Полученные в ходе таких исследований результаты могут быть использованы для разработки технологических решений, методов и методик оперативного контроля и подтверждения метрологических характеристик средств измерений спектральных параметров сигналов в реальных условиях эксплуатации на основе статистики измерений параметров излучений внешних стабильных источников с прононмированными характеристиками радиоизлучений.

Литература

1. Справочник по радиоконтролю. МСЭ, 2011, 746 с.
2. Порядок присвоения (назначения) радиочастот или радиочастотных каналов. Роскомнадзор: <https://rkn.gov.ru/communication/licensing-activity/appointment/>
3. Нормы 17-08. «Радиопередатчики всех категорий гражданского применения. Требования на допустимое отклонение частоты. Методы измерения и контроля», утверждены решением ГКРЧ от 26 февраля 2008 г. № 08-23-07-001, с изменениями согласно решению ГКРЧ от 30 июня 2015 г. № 15-33-05.
4. Нормы 17-13 «Радиопередатчики всех категорий гражданского применения. Требования на допустимые отклонения частоты», утверждены решением ГКРЧ от 24 мая 2013 г. № 13-18-03, с изменениями согласно решению ГКРЧ от 30 июня 2015 г. № 15-33-05.
5. Нормы 18-13 «Радиопередающие устройства гражданского назначения. Требования на допустимые уровни побочных излучений», утверждены решением ГКРЧ от 24 мая 2013 г. № 13-18-03, с изменениями согласно решению ГКРЧ от 30 июня 2015 г. № 15-33-05.
6. Нормы 19-13 «Нормы на ширину полосы радиочастот и внеполосные излучения радиопередатчиков гражданского применения», утверждены решением ГКРЧ от 24 мая 2013 г. № 13-18-03, с изменениями согласно решению ГКРЧ от 30 июня 2015 г. № 15-33-05.

**МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ
И РАСЧЕТА ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ-ШУМ НА ВЫХОДЕ СИНТЕЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЛОКАЦИОННОГО СТЕНДА В УСЛОВИЯХ ПОМЕХОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
METHOD OF FORMATION OF A DIRECTIONAL DIAGRAM AND CALCULATION OF THE SIGNAL-TO-NOISE RATIO
AT THE OUTPUT OF A SYNTHESIZED ANTENNA ARRAY OF THE ULTRASONIC LOCATION
STAND UNDER INTERFERENCE CONDITIONS**

Макаренков В.В., Мороз А.В.,
Сахно И.В., д.т.н., профессор, Семёнов А.А., к.т.н., ВКА им. А.Ф.Можайского,
Дворов А.Н., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Makarenkov V.V., Moroz A.V., Sahno I.V., d.t.s., professor, Semenov A.A., c.t.s., A.F. Mozhaysky military space academy,
Dvoren A.N., FGBU «MSMC» of the Ministry of Defense of the Russian Federation
e-mail: makar8722@mail.ru, vka@mail.ru, semenov.aleksandr@mail.ru
tel. +79161102940, +79112202797, +79817226094

Рассматриваются модели сигналов, принимаемые от медленно флуктуирующего объекта, а также модели сигналов активных помех и шумов. Данные модели сигналов используются в процессе моделирования обработки радиолокационной информации в ультразвуковом локационном стенде. Определяются зависимости для коэффициентов диаграммы направленности антенной решетки и отношения сигнал-шум на фоне белого гауссовского шума, а также на фоне активных помех. Рассматривается воздействие активных помех по боковым лепесткам синтезируемой диаграммы направленности. Анализируется возможность устранения влияния активных помех за счет формирования зон нулевого приема в направлении на источники помех. В случае неизвестных параметров помех и шумов, для обработки радиолокационной информации, должны применяться методы обучения и адаптации. Рассмотренная методика позволяет проводить исследования по оценке влияния активных помех и шумов на алгоритмы работы и процессы функционирования реальных радиолокационных станций, в том числе моделируемых на базе ультразвукового локационного стенда.

A models of signals received from a slowly fluctuating object and models of signals generated by active interference and noise are considered. These models are used to process radar information in an ultrasonic location stand. The formulas are calculated for the antenna array radiation pattern coefficients and the signal-to-noise ratio against the background of white Gaussian noise, as well as against the background of active interference and noise. It is shown that the values of the radiation pattern coefficients against the noise background should be chosen so that the components of the spectral noise power are compensated at the output of the antenna array. The effect of active interference along the side lobes of the synthesized radiation pattern is considered. It is shown that in order to eliminate the negative effect of active interference, the values of the radiation pattern coefficients must be selected in such a way that zones of zero reception are formed in the direction of the sources of such interference. To process radar information with unknown parameters of interference and noise, training and adaptation methods should be used. The considered technique allows conducting research on assessing the influence of active interference and noise on the algorithms of operation and the processes of functioning of real radar stations based on an ultrasonic location stand.

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

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

Введение

Большинство основных тактико-технических характеристик (ТТХ) радиолокационных станций (РЛС) количественно и качественно определяется величиной отношения сигнал-шум на входе приемника. Чем больше это отношение, тем выше вероятность правильного обнаружения, точность оценки геометрических и радиометрических характеристик целей. Увеличение отношения сигнал-шум достигается за счет оптимальной обработки принимаемых сигналов в приемном тракте РЛС [1].

Известно, что воздействие активных помех приводит к уменьшению отношения сигнал-шум

и к снижению ТТХ систем вплоть до неприемлемых значений. В силу ряда причин технического и экономического характера, проведение реальных экспериментальных исследований по оценке информации о помеховой обстановке в пределах зоны действия РЛС, а тем более проведение исследований по оценке влияния различных помех на эффективность алгоритмов работы РЛС не всегда представляется возможным. Для решения указанных задач в рассматриваемой в работе методике предлагается использовать возможности ультразвукового локационного стенда (УЛС), разработанного в Военно-космической академии имени

что дает возможность проводить дальнейшие исследования по адаптивной пространственной селекции помех РЛС на базе УЛС.

Литература

1. Лукошкин А.П., Каринский С.С., Шаталов А.А. и др. Обработка сигналов в многоканальных РЛС / под ред. А.П. Лукошкина. М.: Радио и связь, 1983. 328 с.

2. Козлов А.В., Косынкин А.И., Мороз А.В., Пименов В.Ф., Сахно И.В. Моделирование многопозиционной радиолокационной системы с синтезированной апертурой антенны с использованием ультразвукового диапазона длин волн // «Труды XXVIII Всероссийского симпозиума «Радиолокационное исследование природных сред». СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2013, выпуск № 10, т. 1. С. 419–429.

3. Козлов А.В., Косынкин А.И., Мороз А.В., Сахно И.В., Пименов В.Ф. Технология и результаты полунатурного моделирования в условиях ультразвукового полигона системы цифровой обработки траекторного сигнала РЛС ОЗП, использующей различные типы сложных широкополосных зондирующих сигналов // «Труды XXX Всероссийского симпозиума «Радиолокационное исследование природных сред». СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2017, выпуск № 11, т. 2. С. 51–63.

4. Звонарев В.В., Мороз А.В., Шерстюк А.В. Методика оценивания характеристик диаграммы направленности ультразвукового локатора в режиме синтеза апертуры антенны // «Труды Московского авиационного института». М.: МАИ, 2019, выпуск № 106. С. 33–45.

5. Бачевский А.С., Коновалов Д.Ю., Лабец В.В., Шаталов А.А., Шаталова В.А. Адаптивный алгоритм распознавания сигналов, принимаемых от быстро флуктуирующих целей и целей с доплеровским рассеянием при наличии помех // «Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского». СПб.: ВКА, 2017, выпуск № 656. С. 25–34.

6. Богданович В.А., Вострецов А. Г. Теория устойчивого обнаружения, различения и оценивания сигналов. 2-е изд., испр. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 320 с.

7. Джиган В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы. М.: Техносфера, 2013. 528 с.

References

1. Lukoshkin A.P., Karinsky S.S., Shatalov A.A. and other. Obrabotka signalov v mnogokanalnykh RLS [Signal processing in multichannel radars]. Moscow: «Radio and communication» publ., 1983. 328 p.

2. Kozlov A.V., Kosynkin A.I., Moroz A.V., Pimenov V.F., Sakhno I.V. Modelirovaniye mnogopozitsionnoy radiolokatsionnoy sistemy s sintezirovannoy aperturoy antennoy s ispolzovaniyem ultrazvukovogo diapazona dlin voln [Modeling a multi-position radar system with a synthetic aperture antenna using the ultrasonic wavelength range]. «Proceedings of the XXVIII All-Russian Symposium «Radar study of natural environments». St. Petersburg: «Military space Academy named after A. F. Mozhaisky» publ., 2013, issue no. 10, vol. 1. P. 419–429.

3. Kozlov A.V., Kosynkin A.I., Moroz A.V., Sakhno I.V., Pimenov V.F. Tekhnologiya i rezul'taty polunaturalnogo modelirovaniya v usloviyakh ultrazvukovogo poligona sistemy tsifrovoy obrabotki trayektorного signala RLS OZP, ispolzuyushchey razlichnyye tipy slozhnykh shirokopolosnykh zondiruyushchikh signalov [The technology and results of semi-natural modeling in the conditions of an ultrasonic polygon of the system for digital processing of the trajectory signal of the OZP radar, using various types of complex broadband sounding signals]. Proceedings of the XXVIII All-Russian Symposium «Radar study of natural environments». St. Petersburg: «Military space Academy named after A. F. Mozhaisky» publ., 2017, issue no. 11, vol. 2. P. 51–63.

4. Zvonarev V.V., Moroz A.V., Sherstyuk A.V. Metodika otsenivaniya kharakteristik diagrammy napravlenosti ultrazvukovogo lokatora v rezhime sintezirovaniya apertury antennoy [Methodology for evaluating the characteristics of the directional pattern of an ultrasonic locator in the mode of synthesizing the antenna aperture]. «Proceedings of the Moscow Aviation Institute». Moscow: «Moscow Aviation Institute» publ., 2019, no. 106. P. 33–45.

5. Bachevsky A.S., Kononov D.Yu., Labets V.V., Shatalov A.A., Shatalova V.A. Adaptivnyy algoritm raspoznavaniya signalov, prinyimayemykh ot bystro fluktuiruyushchikh tseley i tseley s doplerovskim rasseyaniyem pri nalichii pomekh [Adaptive algorithm for recognizing signals received from rapidly fluctuating targets and targets with Doppler scattering in the presence of interference] // «Transactions of Military space Academy named after A. F. Mozhaisky». St. Petersburg: «Military space Academy named after A. F. Mozhaisky» publ., 2017, issue no. 656. P. 25–34.

6. Bogdanovich V.A., Vostretsov A. G. Teoriya ustoychivogo obnaruzheniya, razlicheniya i otsenivaniya signalov [Theory of stable detection, discrimination and evaluation of signals]. 2nd ed., rev. Moscow: «FIZMATLIT», 2004. 320 p.

7. Dzhigan V.I. Adaptivnaya filtratsiya signalov: teoriya i algoritmy [Adaptive signal filtering: theory and algorithms]. Moscow: «Tekhnosfera» publ., 2013. 528 p.



Щеглову Василию Андреевичу – 85 лет



13 августа 2021 года исполнилось **85 лет** старшему научному сотруднику и исполняющему обязанности главного метролога ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России, ветерану Вооруженных Сил Российской Федерации и Метрологической службы Вооруженных Сил Российской Федерации, полковнику в отставке **Щеглову Василию Андреевичу**.

Из 67 лет военной службы и работы в Вооруженных Силах Василий Андреевич на протяжении 60 лет успешно и инициативно решает возложенные на него научные и практические задачи военной метрологии и метрологического обеспечения войск (сил), вооружения и военной техники, является одним из старейших действующих и эффективно работающих военных метрологов Метрологической службы Вооруженных Сил Российской Федерации и ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России.

Будучи первым начальником Управления военных эталонов Министерства обороны, обеспечил обоснование их создания, военно-научное сопровождение разработки, принятие на вооружение и применение в качестве исходных эталонов для области обороны и безопасности государства и Вооруженных Сил Российской Федерации.

Ведущий ученый и эксперт в области совершенствования нормативной правовой базы, ответственный за развитие научного направления по

повышению эффективности нормативного правового регулирования метрологической деятельности, Василий Андреевич методически руководит, участвует в разработке проектов важнейших метрологических документов, распространяющихся на Вооруженные Силы Российской Федерации, область обороны и безопасности и выполнение государственного оборонного заказа.

Вклад Василия Андреевича Щеглова в решение научных и практических метрологических задач, создание и совершенствование базы военных эталонов и нормативных правовых основ обеспечения единства измерений в силовом блоке и оборонной промышленности отмечен государственными наградами, – орденом Красной звезды и званием «Заслуженный метролог Российской Федерации», а также многочисленными ведомственными наградами Минобороны России, Минпромторга России, Росстандарта, МЧС, МВД и ФТС России.

Большой опыт, глубокие знания законодательных, нормативных правовых и нормативных основ обеспечения единства измерений, способность разрабатывать сложные системные документы и осуществлять военно-научное сопровождение их разработки, желание оказывать методическую помощь и поддержку квалифицированными советами и консультациями коллегам по работе обеспечивают Василию Андреевичу заслуженное уважение и авторитет среди специалистов-метрологов Вооруженных Сил Российской Федерации и других организаций в области обороны и безопасности государства и оборонной промышленности.

Желаем ветерану Метрологической службы Вооруженных Сил РФ и военной метрологии, Заслуженному метрологу РФ, полковнику в отставке Щеглову Василию Андреевичу здоровья, долгих лет жизни и дальнейших творческих успехов в решении важнейших задач метрологического обеспечения Вооруженных Сил РФ и обеспечения единства измерений при осуществлении деятельности в области обороны и безопасности государства.



...Обучение должно не только вооружать учащихся системой знаний,
но и учить их самостоятельно трудиться,
приобретать все новые и новые знания.

К.Д. Ушинский

70 лет

**КАФЕДРЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
ВОЕННО-КОСМИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ ИМЕНИ А.Ф.МОЖАЙСКОГО – 70 ЛЕТ
70 YEARS OF THE DEPARTMENT «METROLOGICAL SUPPORT OF WEAPONS, MILITARY
AND SPECIAL EQUIPMENT» A.F. MOZHAYSKY MILITARY SPACE ACADEMY**

*Алейник В.В., к.в.н., доцент, Кравцов А.Н., к.т.н., доцент, Литвиненко С.Ф., к.в.н., доцент,
Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского.*

*Alejnik V.V., c.m.s., assistant professor, Kravtsov A. N., c.t.s., assistant professor,
Litvinenko S. F., c.t.s., assistant professor, A.F. Mozhaysky Military Space Academy
e-mail: vka@mil.ru*

tel. +7 (951) 657-57-27, +7 (981) 166-50-25, +7 (911) 294-56-79

*В мае 2021 года исполнилось 70 лет со дня образования кафедры
метрологического обеспечения вооружения, военной и специальной техники
Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского.*

Бурное послевоенное развитие авиации, переход ее на реактивную тягу сопровождался широким внедрением радиоэлектронных систем самого различного предназначения: навигационных, связи, управления полетами и оружием, и других систем. На повестку дня были поставлены вопросы правильной организации эксплуатации сложных военно-технических систем с требуемой эффективностью.

Для решения таких научных задач, а также для подготовки слушателей к боевому применению и технической эксплуатации радиоэлектронного оборудования в мае 1951 года в Военно-воздушной Краснознаменной академии имени А.Ф. Можайского на радиотехническом факультете была создана кафедра организации и боевого применения радиоэлектронных систем. Именно в эти годы сформировалась и получила признание научная школа по решению широкого спектра проблем эксплуатации радиоэлектронных систем различного назначения. Интересно отметить, что с течением времени менялся круг решаемых задач, состав преподавателей, но неизменной оставалась одна из признанных стержневых идей научной школы о единстве и неразрывности процессов боевой (целевой) и технической эксплуатации систем вооружения и военной техники.

После вхождения академии в состав Ракетных Войск Стратегического Назначения во многом изменились характер объектов эксплуатации и усло-

вия их применения. В силу важности передаваемых в системах управления команд, на несколько порядков возросли требования к неискаженности передачи сигналов управления, надежности её элементов. Достаточно сказать, что в таких системах допускались значения вероятности искажения единичного символа не выше $10^{-9} \div 10^{-11}$, что требовало от промышленности создания качественно новой аппаратуры, а от эксплуатирующих войсковых специалистов во многом по-новому организованной эксплуатации (технического обслуживания, контроля, диагностики, ремонта и др.). Кафедра развернула подготовку радиоинженеров – специалистов по системам боевого управления войсками и оружием, а также включилась в проведение научных исследований по тематике эксплуатации и надежности радиоэлектронных систем нового поколения с учетом накопленного у неё опыта.

Важное место в практике эксплуатации радиоэлектронных систем занимают измерения, по результатам которых обычно принимают решение о фактическом техническом состоянии системы, возможности её дальнейшей эксплуатации, необходимости проведения работ по настройке, регулировке или ремонту. Поэтому работам по проведению измерений, метрологическому обеспечению, контролю технического состояния уделялось самое пристальное внимание, считалось, что они являются составной частью процессов эксплуа-

тации и на кафедре читались дисциплины и проводились исследования по измерениям и испытаниям радиоэлектронной аппаратуры. Причем, основное внимание обращалось на то, чтобы обучающиеся не воспринимали процесс измерения как некоторую последовательность манипуляций со средствами измерений, в результате которых получают некое число – результат измерения. В основу знаний об измерениях был положен физический процесс, информацию о параметрах которого необходимо было получить в ходе исследования. Такой подход позволил глубоко раскрыть основы теории измерений и в 1967 году выпустить один из лучших в данной области учебников в СССР под названием «Курс электрорадиоизмерений».

С 1969 года на кафедре началась подготовка офицеров-метрологов на Высших академических курсах в интересах нескольких видов Вооруженных Сил. Накопленный опыт позволил в 1993 году развернуть на кафедре подготовку инженеров по новой специальности высшего образования «Метрология и метрологическое обеспечение».

С 2010 года в области высшего профессионального образования (ВПО) происходит переход на трехуровневую систему обучения (бакалавр, специалист, магистр). В связи с этим осуществляется переход от блочно-предметных государственных образовательных стандартов второго поколения к Федеральным государственным образовательным стандартам (ФГОС) ВПО третьего поколения, имеющим модульно-компетентностный характер. Кафедре поручено важное задание – разработка нового ФГОС ВПО третьего поколения для подготовки военных специалистов по специальности 22.17.01 «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники». Эта работа была успешно выполнена, и с 1 сентября 2011 г. осуществлен переход на новый ФГОС ВПО.

В 2011 году в результате проведенных организационно-штатных мероприятий кафедра получила название «Метрологического обеспечения вооружения, военной и специальной техники».

В настоящее время кафедра осуществляет подготовку и выпуск военных специалистов по:

- программам высшего образования по программам специалитета по специальности 27.05.02 Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники;
- программам среднего профессионального образования по специальности 27.05.01 Метрология;
- программам профессиональной переподготовки и повышения квалификации в интересах Метрологической службы Вооруженных Сил Российской

Федерации, Воздушно-космических сил и других федеральных органов исполнительной власти.

За годы своего существования кафедра подготовила для службы в войсках более 400 офицеров и прапорщиков.

На кафедре сформировалось научное направление в области надежности и эксплуатации сложных систем, метрологического обеспечения вооружения и военной техники. На кафедре подготовлено 10 докторов и более 60 кандидатов технических наук.

Все исследования кафедры сопровождались большим числом изобретений. Результаты изобретений реализовывались в приборах, создаваемых совместно с участвовавшими в исследованиях курсантами и слушателями. Эти приборы в течение многих лет признавались лучшими изобретениями в академии, успешно демонстрировались на ВДНХ СССР и награждались золотыми, серебряными и бронзовыми медалями ВДНХ, дипломами и премиями выставок научно-технического творчества молодежи.

Наиболее важные результаты научной работы кафедры.

В 1978–1984 годах кафедра была головным исполнителем НИР «Регламент», проводившейся в масштабах Вооруженных Сил СССР. Задачи НИР: исследование стратегий технического обслуживания вооружения и военной техники и обоснование перехода на гибкие стратегии технического обслуживания. Результаты НИР: В 1984 году состоялся приказ Министра обороны СССР № 350, согласно которому в Вооруженных Силах СССР, в обоснованных случаях, допускалось применение гибких стратегий технического обслуживания вооружения и военной техники.

В 2000 году сотрудник кафедры МИРОНОВ А.Н. в составе авторского коллектива академии был удостоен звания Лауреата премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники за создание и внедрение ресурсосберегающих технологий прогнозирования остаточного ресурса и продления срока стартовых комплексов ракеты-носителя тяжелого класса «Протон».

В 2017 году был введен в действие Нормативно-технический документ ОТТ 11.1.37.1-2015 «Военно-космические средства. Космические системы и комплексы. Общие требования к метрологическому обеспечению». Документ – результат выполненной сотрудниками кафедры НИР «Стандартизация».

За весь период функционирования кафедры в ее составе трудились 166 сотрудников, в том чис-

ле 12 докторов технических наук, 54 кандидата наук, 1 Лауреат Ленинской премии (И.Ю.ЛУЧКО), 1 Лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники (А.Н.МИРОНОВ), 1 Действительный член Академии военных наук Российской Федерации (В.И. МИЩЕНКО), 1 Заслуженный связист Российской Федерации (А.В. КУЗИЧКИН), 3 Заслуженных деятеля науки и техники Российской Федерации (А.Я. МАСЛОВ, В.А. СМАГИН, Б.П. АНИСИМОВ), 4 Почетных работника высшего профессионального образования Российской Федерации (А.И. ЖУРАВИН, С.Ф. ЛИТВИНЕНКО, А.Н. ДОРОХОВ, В.С. СОЛДАТЕНКО), 1 Почетный метролог Российской Федерации (А.Н. ДОРОХОВ), 12 Почетных радистов СССР и Российской Федерации.

В 2008 году выпускник кафедры 1979 года НАЗАРЕНКО Г.И. – специалист в области информационно-измерительных технологий в медицине, медицинских и интеллектуальных измерительных систем и цифровой медицины, травматологии и медицинских катастроф – избран действительным членом Российской Академии Наук Российской Федерации.

В настоящее время профессорско-преподавательский состав кафедры составляет 12 человек, из них: 1 доктор технических наук, 10 кандидатов технических наук, 1 кандидат военных наук, 1 профессор, 6 доцентов.

Кафедра поддерживает творческие связи с ведущими метрологическими организациями, предприятиями космической отрасли, с войсковыми частями и научно-исследовательскими организациями Вооруженных Сил Российской Федерации, с военными и гражданскими вузами страны. В течение длительного периода кафедра возглавляла работу межвузовского постоянно действующего семинара по проблемам эксплуатации сложных систем с целью решения актуальных задач разработки и внедрения перспективных ресурсосберегающих методов создания, эксплуатации и метрологического обеспечения военно-технических систем.

В 2016 году, по инициативе кафедры, в составе Федерального учебно-методического объединения по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 27.00.00 Управление в технических системах создан научно-методический совет по специальности 27.05.02 Метрологическое обеспечение вооружения, военной и специальной техники. Возглавляет совет начальник кафедры. Основной задачей совета является координация работы вузов Минобороны России и Минобрнауки

России по разработке, согласованию и внедрению ФГОС высшего образования по специальности 27.05.02 Метрологическое обеспечение вооружения, военной и специальной техники. В рамках этой деятельности кафедрой в 2016 году разработан, а затем в 2020 году актуализирован указанный ФГОС.

В целях повышения образовательного уровня обучающихся ежегодно, начиная с 2016 года, на кафедре проводится академическая олимпиада по дисциплине «Метрология». С 2017 года олимпиада приобрела статус межвузовской.

В 2017–2019 годах на кафедре разработаны три выпуска базового электронного учебника Министерства обороны Российской Федерации по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для использования при реализации образовательных программ высшего образования – программ специалитета в военных образовательных организациях высшего образования Министерства обороны Российской Федерации по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки высшего образования «Военное управление».

В 2018 году в рамках работы курсантского военно-научного общества команда курсантов кафедры приняла участие во Всероссийском конкурсе «Я – профессионал», который является одним из флагманских проектов платформы Президента Российской Федерации В.В. Путина «Россия – страна возможностей», и по результатам конкурса заняла призовое место.

Высокая квалификация профессорско-преподавательского состава кафедры, производственная практика в 1204-м Региональном центре метрологии Западного военного округа и войсковая стажировка в метрологических воинских частях (организациях) и подразделениях Метрологической службы Вооруженных Сил Российской Федерации и Воздушно-космических сил позволяют формировать у выпускников отличные теоретические знания и практические навыки для успешной службы по специальности на метрологических должностях в Вооруженных Силах Российской Федерации.

В апреле 2021 года Президент Российской Федерации В.В. Путин в послании Федеральному Собранию Российской Федерации отметил, что «... совершенствование и качественное укрепление Вооруженных Сил России идет постоянно. В том числе особое внимание предстоит уделить развитию военного образования...». Личный состав кафедры видит в этом основное направление своей повседневной деятельности – повышение качества подготовки военных специалистов-метрологов.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ, ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ
И ВОЗРАСТАЮЩАЯ РОЛЬ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ (7-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2021»)
DEVELOPMENT PROSPECTS, INNOVATIONS IN THE FIELD OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT
AND THE INCREASING ROLE OF METROLOGICAL SUPPORT OF THE ARMED FORCES OF THE RUSSIAN
FEDERATION (7-TH INTERNATIONAL MILITARY-TECHNICAL FORUM «ARMY-2021»)**

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



22–28 августа



Форум АРМИЯ-2021 – выдающееся событие в жизни российского общества и Вооруженных сил Российской Федерации, представляющий собой комплексное мероприятие, которое помимо основной экспозиции включало в себя специальные проекты – Международную выставку высокопроизводительного оборудования и технологий для перевооружения предприятий ОПК «Интеллектуальные промышленные технологии 2021» и специализированную экспозицию «Инновационный клуб».

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

Программа Форума традиционно стала зрелищным событием, продемонстрировавшим мощь российского вооружения, военной и специальной техники. На мероприятия было приглашено 133 зарубежных военных ведомства, более тысячи предприятий и организаций, делегаций, компаний. Более 28 тысяч образцов техники и вооружения были продемонстрированы не только на Форуме, но и на 9 выставочных площадках, которые развернули в четырех населенных пунктах Дальневосточного федерального округа, а также субъектах РФ: впервые – на Чукотке, Курилах. На Камчатке впервые показали широкой публике атомный подводный крейсер стратегического назначения проекта «Борей», который выставлен в акватории Авачинской бухты.



Многочисленные гости увидели возможности наших вооруженных сил, познакомились с новейшими достиже-

ниями отечественной оборонной промышленности, впервые для зарубежных партнеров на полигоне Алабино и аэродроме Кубинка прошли Дни военно-технического сотрудничества. Была представлена новая специализированная экспозиция «Арктика» с показом перспективных образцов военной техники, применяемых в северных широтах.

Самыми масштабными за все время проведения Международного военно-технического Форума (МВТФ) «Армия-2021» стали мероприятия в зоне ответственности Краснознаменных войск и сил на Северо-востоке России.

Также для гостей Форума были организованы экскурсии на корабли и суда Тихоокеанского Флота, в том числе на новейший корабль противоминной обороны «Яков Баляев», противодиверсионный катер проекта «Грачонок», современные водолазные и гидрографические катера. Была показана практическая работа подводного телеуправляемого аппарата «Марлин», образцов вооружения и снаряжения боевых пловцов.

На военно-технических площадках в Петропавловске-Камчатском было выставлено 17 образцов вооружения, военной и специальной техники Береговых войск. Посетителям продемонстрировали танк Т-80БВ, БТР-82А, ПУ БРК «Бастيون» и «Бал», ПУ ЗРК «С-400» и ЗРАК «Панцирь-С», а также образцы автомобильной техники и экипировки времен Великой Отечественной войны.

Предприятия оборонной промышленности ответственно подошли к организации мероприятий Форума и представили свои новейшие разработки в статической экспозиции и в демонстрационной программе. В динамическом показе задействовали более 320 единиц вооружения, военной и специальной техники, находящихся на вооружении Минобороны России:

- малый беспилотный летательный аппарат «Муха», особенностью которого является наличие углепластикового корпуса, обеспечивающего защиту винтов при столкновениях с предметами и предназначенный для обследования опасных (недоступных) пространств в условиях помех

(многочисленных препятствий), в том числе при потере дистанционного управления и для разведки внутри помещений (разработан сотрудниками военного технополиса «ЭРА»);

– пистолет-пулемет ППК-20, предназначенный для летчиков Воздушно-космических сил России, имеет телескопический приклад для стрельбы с левого и правого плеча, калиматорный прицел, планку Пикатини, инфракрасный луч, который был впервые представлен Группой компаний «Калашников» на Международном военно-техническом Форуме «Армия-2021»;

– морской беспилотник-камикадзе – компании ZALA Aero начала разработку «морской» модификации КУБ-БЛА с возможностью эксплуатации на скоростных транспортно-десантных катерах и кораблях специального назначения.



На площадках Форума было проведено более 180 научно-деловых мероприятий по актуальным вопросам развития российской оборонной промышленности, вопросам военного строительства, широкому спектру сотрудничества с ответственными и иностранными партнерами.

25 августа 2021 г., на Международном Форуме АРМИЯ-2021 было подписано соглашение о партнерстве между Национальным исследовательским университетом «МЭИ» и Всероссийским научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений (ФГУП «ВНИИФТРИ»).

Соглашение предполагает развитие отношений между НИУ «МЭИ» и ВНИИФТРИ по целому ряду направлений, связанных с инновационным развитием, в том числе с реализацией программ развития российской спутниковой системы навигации ГЛОНАСС в период 2021–2030 гг. В рамках сотрудничества планируется реализация программ стажировок студентов НИУ «МЭИ», проведения совместных исследований, подготовка и внедрение новых опытно-конструкторских разработок.



Проректор по научной работе НИУ «МЭИ», д.т.н., профессор В. Драгунов и заместитель генерального директора ФГУП «ВНИИФТРИ», д.т.н. В. Швыдун

В рамках научно-деловой программы Международного военно-технического Форума «АРМИЯ-2021» Управлением метрологии Вооруженных Сил Российской Федерации (Управление метрологии) проведен круглый стол на тему «**Метрологическое обеспечение вооружения, военной и специальной техники**».

Цель Круглого стола: обмен мнениями и выработка предложений по совершенствованию метрологического обеспечения, направлениям развития военной измерительной техники и эффективности нормативно-правового регулирования.

Обсуждаемые направления:

- особенности метрологического обеспечения эталонов и средств измерений метеорологического назначения в Вооруженных Силах Российской Федерации;
- направления совершенствования метрологического обеспечения образцов ВВСТ в части эталонов и средств измерений метеорологического назначения;
- нормативно-правовое регулирование в области обеспечения единства измерений в Вооруженных Силах Российской Федерации.

В работе Круглого стола приняли участие представители центральных органов военного управления, научно-исследовательских, испытательных и образовательных организаций Минобороны России и представители ОПК, Главный научный метрологический центр (Главный центр).



Работа Круглого стола

Участниками Круглого стола для обсуждения были представлены доклады:

– проблемные вопросы метрологического обеспечения ВВСТ в области обороны государства в части измерений метеорологических параметров (Бойко И.Г. ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России). В ходе доклада проанализированы проблемные вопросы, рассмотрено влияние измерений метеорологических параметров на эффективность вооружения и предложены пути решения проблемных вопросов, заключающихся в разработке единых требований к измерениям метеорологических параметров и др.;

– основные проблемы нормативного правового регулирования обеспечения единства измерений в области обороны и безопасности государства и предложения по совершенствованию норматив-

ных правовых основ метрологической деятельности (Храменков В.Н., д.т.н., профессор, ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России);

– искусственный интеллект при решении задач обеспечения единства измерений в области обороны и безопасности государства (Красавина А.А., ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России).

В ходе работы Круглого стола проведен обмен мнениями по направлениям и по реализации предложений, сформулированных в докладе и направленных на совершенствование действующей нормативной правовой базы обеспечения единства измерений, что будет способствовать повышению результативности и эффективности метрологической деятельности в силовых структурах и организациях оборонной промышленности.

Предложения рекомендуется обсудить на заседании Координационного научно-технического совета при Главном центре и Межведомственном совете по обеспечению единства измерений в области обороны и безопасности государства в целях их доработки и одобрения с определением ответственных за их реализацию органов и должностных лиц Минпромторга России, осуществляющего нормативно-правовое регулирование в области обеспечения единства измерений, и Минобороны России, осуществляющего нормативно-правовое регулирование в области обороны.

Главным центром также были представлены стенды в помещениях и на смотровых площадках:

- рабочее место по поверке и регулировке калибраторов универсальных Н4-16 и Н4-17 (И. Черкасов);
- экспозиция макета рабочего эталона для аттестации поверочных установок бета-, фотонного и нейтронного излучений на базе функционального макета дозиметра-радиометра ДР-БГН (Э. Хохулин);
- экспозиция по оценке метрологических характеристик геодезической и угломерной навигационной аппаратуры потребителей (С. Серко).



Сотрудники Главного центра представили стенды о разработанных экспериментальных установках

В завершении Форума «Армия–2021» были подведены итоги ежегодных конкурсов молодых разработчиков, ученых военных вузов и научно-исследовательских организаций, научных рот по инновационным проектам.

Все мероприятия по показу образцов продукции, представленной на выставке предприятиями ОПК и Министерством обороны Российской Федерации, демонстрационная программа, динамический показ боевых возможностей российских средств ПВО и новинок вооружения и техники – это все еще раз доказывает мощь новейших образцов вооружения, военной и специальной техники. «Российская армия – современная, мобильная, компактная и боеспособная», – сказал министр обороны России С.К. Шойгу.

Основной целью проведения форума и выставки «АРМИЯ-2021» являлось создание новых условий для эффективного поиска инновационных исследований, разработок и технологий в интересах обороны и безопасности государства с целью последующего внедрения в перспективные образцы вооружения и военной техники, а также содействие повышению эффективности жизнедеятельности, строительства, подготовки и применения Вооруженных Сил, подведомственных организаций и предприятий Минобороны России, обеспечению их потребностей в материальных средствах, продукции и услугах общего назначения.

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ В IV КВАРТАЛЕ 2021 ГОДА

**Международная выставка испытательного и контрольно-измерительного оборудования в России
26.10–28.10.2021 (Москва, МВЦ "Крокус Экспо")**



18-я Международная выставка
испытательного и контрольно-
измерительного оборудования
26–28 октября 2021
Москва, МВЦ «Крокус Экспо»



**«Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» 18.10.–21.10.2021
(Москва, ЦВК «Экспоцентр») Павильон № 8 (зал Ч)**



Территория NDT 2021 – выставка современного оборудования и технологий в области контроля, испытаний и диагностики