

Редакционная коллегия

Олег Николаевич Андрух

кандидат технических наук, доцент

Борис Фёдорович Безродный

доктор технических наук, профессор

Сергей Борисович Беркович

почетный геодезист РФ

доктор технических наук, профессор

Владимир Эрнестович Бородай

кандидат технических наук,

старший научный сотрудник

Игорь Александрович Бугаков

заслуженный изобретатель РФ,

доктор технических наук, профессор

Александр Михайлович Вальваков

почетный работник науки и техники РФ,

доктор технических наук, профессор

Вадим Геннадьевич Грибунин

доктор технических наук

Сергей Григорьевич Данилюк

доктор технических наук, профессор

Владимир Владимирович Зеленецкий

доктор технических наук, профессор

Николай Николаевич Казаков

член Союза писателей России

выпускающий редактор

Олег Павлович Кузнецов

кандидат технических наук, доцент

Александр Ильич Куприянов

доктор технических наук, профессор

Дмитрий Геннадьевич Митрофанов

заслуженный изобретатель РФ,

доктор технических наук, профессор

Роман Леонидович Мусатов

кандидат технических наук

заместитель главного редактора

Игорь Николаевич Оков

доктор технических наук, профессор

Владимир Петрович Пашинцев

заслуженный работник высшей школы РФ,

доктор технических наук, профессор

Валерий Николаевич Умников

доктор технических наук, профессор

Дмитрий Вячеславович Смирнов

доктор технических наук, доцент

Сергей Владимирович Смуров

доктор технических наук, профессор

Владимир Анатольевич Цимбал

заслуженный деятель науки РФ,

доктор технических наук, профессор

Сергей Николаевич Шиманов

почетный радист РФ,

доктор технических наук, профессор

ISSN 2073-8110

Учредитель и издатель – **МОУ «ИИФ»**. Адрес: 142210, Московская обл., г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а

Подписной индекс: 59190 по каталогу «Научно-технические издания» ОАО «Роспечать»

Адрес редакции: 142210, Московская обл.,

г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а.

Тел: +7(4967)35-31-93, 35-13-71

Факс: +7(4967)35-44-20 <http://www.iifrf.ru>

E-mail: info@iifrf.ru

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-26650 от 20 декабря 2006 г.

Отпечатано на полиграфической базе МОУ «ИИФ».

Адрес: 142210, Московская обл., г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1а.

Подписано в печать 11.12.2017. Дата выхода

в свет 21.12.2017. Тираж 2000 экз. Цена свободная.

© Межрегиональное общественное учреждение «Институт инженерной физики» (ИИФ), 2017



Дмитрий Вячеславович Смирнов

Генеральный директор –
Первый Вице-президент Института
доктор технических наук, доцент
действительный член АИН

Уважаемые коллеги и партнеры! Дорогие друзья!

Пройдет всего несколько дней, и мы перевернем последний лист календаря 2017 года. Чем запомнился год уходящий? Какие события оставили наиболее заметный след в истории нашего Института, который в году наступающем будет отмечать 25-летие со дня основания?

МОУ «ИИФ» сегодня – это без малого 800 ученых, изобретателей, инженеров, конструкторов; это несколько корпусов: административный, учебный, научно-исследовательский, опытно-экспериментальный и испытательный. И мы не останавливаемся на достигнутом – в июле состоялась закладка символического первого камня и освящение нового производственного комплекса для серийного и опытного производства наших инновационных разработок для оборонно-промышленного комплекса и народного хозяйства (в частности, изготовление экипировки с системой электрообогрева для военнослужащих и водолазов). Комплекс представляет собой технологический центр кластерного типа, на котором создано около 200 новых рабочих мест.

Заметен стабильный рост научно-теоретических и научно-практических показателей по основным направлениям нашей деятельности. Мы завершили создание автоматизированной информационно-аналитической системы «Портал оборонных технологий» и ряда аппаратно-программных комплексов для МО РФ; продолжили исследования в области квантовых информационных технологий; активно проводили разработку систем жизнеобеспечения; достигли серьезных результатов в разработке средств повышения работоспособности человека.

В рамках заседания Коллегии МО РФ главнокомандующий ВМФ В.И. Королев доложил министру обороны РФ С.К. Шойгу о готовности принять на снабжение ВМФ костюма электрообогрева водолаза и эвакуационного термомешка, разработанных нашим Институтом.

Мы выиграли Грант Правительства Московской области в сфере науки, технологий, техники и инноваций на разработку интеллектуальной навигационной системы для беспилотного вождения рельсового подвижного состава.

Продолжается образовательная и воспитательная работа в Учебном центре «Интеграция» МАИ, аспирантуре, Центре дополнительного образования «Развитие – 21 век».

Институт стал активным участником международных выставок – «Армия-2017», «INTERPOLITEX-2017», «День передовых технологий правоохранительных органов РФ», «День передовых технологий и инноваций в системе МЧС России» и других. Ученые и педагоги Института выступали с докладами о наших разработках на конференциях, круглых столах, форумах, в том числе и во время проведения Всемирного фестиваля молодежи и студентов в Сочи.

На базе обособленного подразделения МОУ «ИИФ» в Москве открылась Общественная приемная Председателя Комитета Государственной Думы РФ по обороне генерал-полковника Героя России В.А. Шаманова.

Как видите, уходящий год для нашего Института был насыщен достижениями и событиями, в которых диалектически взаимоувязаны наука, техника, образовательная, производственная и общественная деятельность.

От всей души поздравляю с наступающим Новым годом и Рождеством Христовым! Желаю всем крепкого здоровья, благополучия, удачи, а нашему Институту дальнейших успехов и процветания!

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

УДК 389.16; 535.233.2

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

METROLOGICAL ASPECTS OF TESTING THERMAL IMAGING OBSERVING DEVICES

Юрий Анатольевич Клейменов

доктор технических наук
заместитель начальника по научной работе
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Адрес: 141006, Московская обл.,
г. Мытищи, ул. Комарова, д. 13
Тел.: 8 (495) 583-52-48

Кирилл Александрович Шарганов

начальник лаборатории
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Адрес: 141006, Московская обл.,
г. Мытищи, ул. Комарова, д. 13
Тел.: 8 (964) 501-86-32
E-mail: kasharganov@yandex.ru

Аннотация

В статье описана разработанная авторами методика аттестации инфракрасных коллиматорных стендов, использующихся при испытаниях тепловизионных наблюдательных приборов. Описан аппаратно-методический комплекс аттестации инфракрасных коллиматорных стендов, приведены результаты математического моделирования и реальных измерений.

Ключевые слова: метрология, испытания, тепловизионные приборы, радиационная температура, инфракрасный коллиматорный стенд.

Summary

The article describes the method of certification of infrared collimator stands developed by the authors used in the testing of thermal imaging devices, describes a hardware-methodical complex of attestation of infrared collimator stands, gives the results of mathematical simulation and real measurements.

Keywords: metrology, tests, thermal imaging devices, radiation temperature, infrared collimator stand.

На полигонах государственных заказчиков оборонного заказа и предприятиях оборонно-промышленного комплекса при государственных и приемо-сдаточных испытаниях тепловизионных наблюдательных приборов (ТНП) и образцов специальной техники, оснащенных ТНП, в целях имитации наблюдаемых объекта и фона, используется различное стендовое оборудование, воспроизводящее условия испытаний ТНП. Основой таких инфракрасных коллиматорных стендов (ИКС) являются зеркальные инфракрасные коллиматоры, в фокальной плоскости которых устанавливаются тепловые тест-объекты различной конфигурации с возможностью задания им требуемых значений разности радиационных температур (РРТ) при помощи излучателя в виде модели черного тела. Более подробно состав и принцип действия ИКС описаны в [1, 2].

В целях обеспечения единства измерений и достоверности оценки характеристик ТНП необходимо нормировать диапазон воспроизведения РРТ и допустимое отклонение от номинального значения РРТ, воспроизводимой стендовым оборудованием, для каждой рабочей зоны спектрального диапазона, так как от этого напрямую зависят дальность обнаружения и дальность распознавания объектов, являющиеся основными тактико-техническими характеристиками ТНП.

Вместе с тем, практический опыт, накопленный в процессе проведения аттестационных работ на эксплуатируемых ИКС, показывает несовершенство их методического обеспечения:

- не учитывается несоответствие значений температурного контраста, воспроизводимого моделью черного тела и тепловым тест-

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

объектом, значениям воспроизводимого радиационного контраста между ними (по закону Планка излучение модели черного тела является нелинейной функцией температуры);

- не учитывается зависимость РРТ от температуры окружающей среды;

- не используется возможность проведения прямых измерений РРТ.

В организациях оборонно-промышленного комплекса широко применяются ИКС зарубежного производства, в качестве исходных параметров для которых используются неподтвержденные данные изготовителя, а также специальное программное обеспечение, разработанное под требования военных стандартов НАТО (MIL-STD-1859, STANAG 434, STANAG 4351), не соответствующих требованиям государственных заказчиков оборонного заказа.

Кроме того, в настоящее время отсутствует единый нормативно установленный методический подход к воспроизведению РРТ (на уровне государственного заказчика не утверждена соответствующая методика), что затрудняет проведение единой технической политики при оценке соответствия ТНП установленным требованиям и их сравнении между собой.

В целях совершенствования метрологического обеспечения испытаний ТНП был проведен анализ, используемых в настоящее время методов и средств испытаний ТНП, систематизированы их достоинства и недостатки и предложен аппаратно-методический комплекс, реализующий новый методический подход к воспроизведению РРТ [1-3].

В состав аппаратно-методического комплекса предлагается включить эталон-переносчик разности радиационных температур и разности энергетических яркостей и измеритель параметров микроклимата. Учет температуры окружающей среды позволит проводить аттестацию ИКС в местах их применения без необходимости обеспечения нормальных условий испытаний ($20 \pm 2^\circ\text{C}$), т.е. во всем температурном диапазоне эксплуатации ТНП.

В рамках существующей системы метро-

логического обеспечения специальной техники была разработана и с помощью созданного аппаратно-методического комплекса апробирована методика аттестации ИКС. В основе предложенной методики лежит метод прямых измерений РРТ на выходе коллиматора, учитывающий следующие влияющие факторы:

- зависимость РРТ от значений термодинамических температур ИКС ΔT ;

- спектральный диапазон работы ТНП;

- влияние температуры окружающей среды.

Методика заключается в проведении измерений РРТ на выходе коллиматора при заданной ΔT и построении индивидуальной градуировочной характеристики ИКС для требуемой рабочей зоны спектрального диапазона при определенной температуре окружающей среды.

С помощью данной методики были проведены измерения на трех образцах стендового оборудования, эксплуатируемых в организациях оборонно-промышленного комплекса.

Одновременно было проведено математическое моделирование воспроизведения РРТ для реальных условий эксплуатации стендового оборудования:

$$PPT = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \left[\varepsilon_{ТТО} W_{\lambda}(T_{ТТО})^4 p + (1 - \varepsilon_{ТТО}) W_{\lambda}(T_{окр_ср})^4 p \right]^{0,25} - \varepsilon_{МЧТ} W_{\lambda}(T_{МЧТ})^4 p + (1 - \varepsilon_{МЧТ}) W_{\lambda}(T_{окр_ср})^4 p^{0,25} d\lambda$$

где λ_1 и λ_2 – границы спектрального диапазона; $\varepsilon_{ТТО}$ – коэффициент излучения теплового тест-объекта, определенный на конкретном спектральном интервале;

$W_{\lambda}(T_{ТТО})$ – функция закона Планка от термоди-

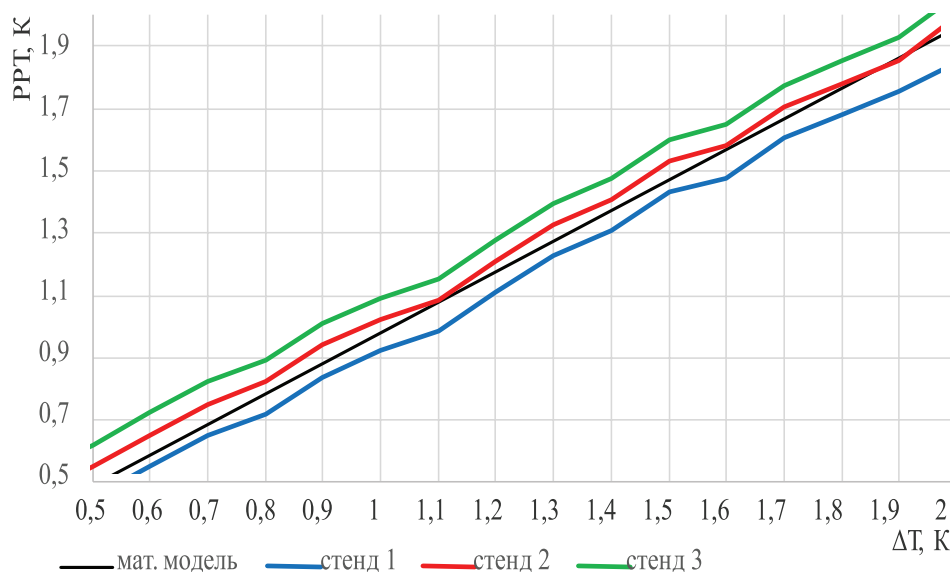


Рис. 1. Результаты измерений и математического моделирования

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

намической температуры для теплового тест-объекта;

$W_{\lambda}(T_{мчт})$ – функция закона Планка от термодинамической температуры для модели черного тела;

$(1-\varepsilon_{тто})W_{\lambda}(T_{окр_ср})$ – функция закона Планка на поправку от температуры окружающей среды;

$T_{окр_ср}$ – температура окружающей среды;

ρ – коэффициент отражения зеркал коллиматора.

Экспериментальная проверка результатов моделирования показала сходимость их результатов (рисунк 1).

Таким образом, сходимость результатов измерений и математического моделирования показывает, что предложенный аппаратно-методический комплекс может использоваться для воспроизведения разности радиационных температур при аттестации инфракрасных коллиматорных стендов, применяемых для испытаний современных и перспективных тепловизионных наблюдательных приборов.

Литература

1. Шарганов К.А. Особенности нормирования точностных характеристик инфракрасных коллиматорных стендов // Вестник метролога, 2017. № 1. С. 7-10.

2. Шарганов К.А. Математическая модель воспроизведения разности радиационных температур дифференциальными инфракрасными коллиматорными стендами, предназначенными для испытаний тепловизионных средств разведки // Мат. XI Всероссийской НТК «Метрологическое обеспечение обороны и безопасности в РФ» / пос. Поведники, МО, 1-3.11.2016. С.196-200.

3. Шарганов К.А., Шкуркин А.П. Определение градуировочных характеристик дифференциальных инфракрасных коллиматорных стендов, предназначенных для испытаний тепловизионных наблюдательных приборов // Мат. X Всероссийской НТК «Метрологическое обеспечение обороны и безопасности в РФ» / пос. Поведники, МО, 27-29.10.2014. С.248-250.

