

КОНСТРУКТОРСКИЕ БЮРО

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОСЛОЙНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ ПОРОШКОВ

В настоящее время в мире интенсивно развивается метод изготовления сложных трехмерных деталей – метод послойного лазерного сплавления порошков металлов (аддитивные технологии). Однако свойства полученных таким методом материалов при взаимодействии с изотопами водорода (водородопроницаемость, растворимость, водородное охрупчивание) неизвестны. В РФЯЦ-ВНИИЭФ впервые исследованы перечисленные свойства для стали 316L и сплава Inconel 718, полученных методом послойного лазерного сплавления. Установлено, что механические характеристики, водородопроницаемость, растворимость водорода для стали 316L одного порядка с характеристиками стали 12X18H10T, изготовленной традиционным методом. На прочностные свойства сплава Inconel 718 водород также не оказал существенного влияния. Таким образом, метод послойного лазерного сплавления порошков стали применим для изготовления сложных деталей, работающих в среде водорода при высоком давлении.

ФИЗИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ИНИЦИИРОВАНИЯ ВСПЫШЕК И ВЗРЫВОВ

При обращении с изделиями, содержащими взрывчатые вещества (ВВ), на них могут возникать механические нагрузки, в том числе аварийные, способные приводить (и приводящие, как показывает практика) к взрыву ВВ. Причины генерации вспышек и взрывов, осо-

бенно при малых нагрузках, не вполне ясны. Предложено множество физических механизмов инициирования (действие контактного давления, разогрев ВВ трением за счет сдвиговой прочности, разогрев воздуха в порах, прямой механический разрыв химических связей и др.) и критериев взрыва на их основе, но все они носят частный характер и не объясняют совокупность наблюдаемых фактов, а критерии применимы только для определенных видов нагружения. Поэтому для принятия обоснованных решений по обеспечению взрывобезопасности необходимо знать базовые принципы общего механизма, чтобы получать правильные зависимости.

Предложен и обоснован физический механизм инициирования вспышек и взрывов, согласующийся с имеющимися экспериментальными данными не только по ВВ, но и по пиротехническим составам и другим горючим материалам. Суть его заключается в следующем: после превышения нагрузки сдвиговой прочности в материале (или на границе с внедряющимся ударником) возникает слой сдвига, в котором материал разогревается (но только до температуры потери прочности) и пластифицируется. Если при этом вдоль слоя сдвига существует перепад давления, то вещество выдавливается из слоя и нагревается за счет вязкости до высоких температур, при которых ВВ быстро разлагается (а горючее зажигается) и возникает высокое давление. При достаточно большой толщине слоя сдвига это инициирует взрыв соседнего со слоем ВВ. Получено критериальное выражение для инициирования вспышки:

$$\int (dp/ds)^2 dt > 48\eta_0/5\alpha h^2,$$

где dp/ds – производная давления вдоль слоя сдвига, h – начальная толщина слоя сдвига, η_0 – начальная вязкость, α – показатель экспоненты уменьшения вязкости с ростом разогрева, t – время. Известный, критериальный критерий Уокера $\int p^2 dt > \text{const}$ декларируемый как критерий взрыва, а по сути являющийся критерием вспышки, есть частный случай полученного критерия.

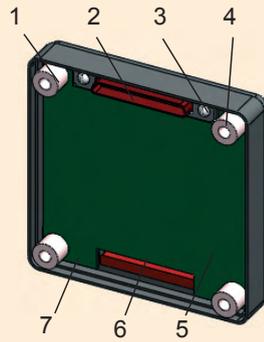
Для инициирования взрыва ВВ в результате вспышки получено критериальное соотношение, связывающее газодинамические характеристики ВВ, толщину слоя сдвига и скорость разложения ВВ (параметры кинетики разложения). В перспективе открывается возможность управлять чувствительностью и характеристиками безопасности разрабатываемых взрывчатых составов.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ

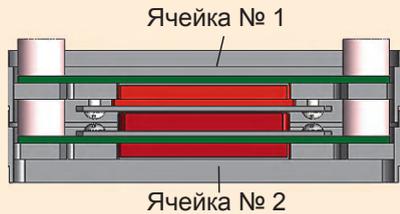
Впервые осуществлен успешный физический пуск преобразователя (конвертера) тепловой энергии в электрическую на основе двигателя Стирлинга и электрического генератора мощностью 1 кВт. Стирлинг-конвертер изготовлен полностью из отечественных материалов. Эта разработка открывает возможность существенного (в разы) повышения КПД преобразования тепловой энергии среднетемпературных источников (600–800 °С) в электрическую, что особенно важно для автономных и удаленных источников электроэнергии.

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК

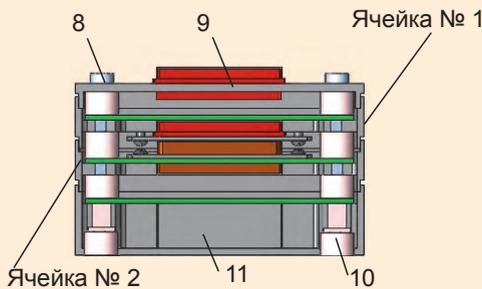
Изобретение (патент РФ № 2513121) автор Иванов



Конструкция радиоэлектронной ячейки: 1 – втулка, 2 – электрический соединитель (розетка), 3 – планка, 4 – винт, 5 – корпус, 6 – электрический соединитель (вилка), 7 – печатная плата



Соединение радиоэлектронных ячеек электрическими соединителями



Радиоэлектронный блок с ячейками: 8 – винт, 9 – крышка, 10 – блок питания, 11 – втулка

Соединение радиоэлектронных ячеек в составе блока с помощью электрических соединителей

Алексей Валерьевич представляет собой радиоэлектронный блок пакетного типа, в котором металлическая рамка электронного модуля является частью корпуса радиоэлектронного блока, и может применяться при изготовлении радиоэлектронной аппаратуры, реализуемой на основе однотипных электронных модулей, например бортовых приборов и систем, которые эксплуатируются в условиях воздействия интенсивных механических нагрузок и ограниченного объема. В результате применения радиоэлектронного блока повышается надежность, упрощается технология сборки и расширяются функциональные возможности радиоэлектронной аппаратуры.

Радиоэлектронный блок содержит корпус, состоящий из соединенных в па-

кет минимум одной металлической рамки, крышки и основания, а также разъемные соединители; в каждой рамке закреплен по крайней мере один печатный узел; на торцах каждой рамки по внешнему и внутреннему контурам выполнены соответственно охватывающий и охватываемый ступенчатые выступы, причем высота охватываемого выступа меньше высоты охватываемого. Разъемные соединители закреплены непосредственно на рамках, крышка и основание выполнены с возможностью закрепления в них печатных узлов; при этом на крышке и/или основании закреплен как минимум один дополнительный разъемный соединитель для соединения с внешними устройствами. За счет установки разъемных соединителей непосредственно на металлическую рамку и жесткой

фиксации элементами крепления сокращается время регулировки совместимости ответных частей соединителей.

Расположенный на крышке и/или основании дополнительный разъемный соединитель радиоэлектронного блока с внешними устройствами используется вместо жгутов. Возможность размещения печатных узлов на крышке и основании позволяет повысить количество устанавливаемых электрорадиоизделий (ЭРИ), не снижая надежности устройства увеличением количества радиоэлектронных ячеек.

Применение дополнительных втулок, установленных в отверстиях со стороны внешней поверхности основания, позволяет жестко закрепить радиоэлектронный блок на опоре. Это обеспечивает жесткость и прочность конструкции в условиях

воздействия внешних механических факторов и дополнительно повышает ее надежность.

Предложенный способ соединения ячеек радиоэлектронного блока непосредственно электрическими соединителями, винтами, и резьбовыми втулками может применяться при сборке радиоэлектронных комплексов, состоящих из нескольких радиоэлектронных блоков, например бортовых телеметрических комплексов.

Сборка радиоэлектронных систем при помощи электрических соединителей осуществляется следующим образом (см. рисунок):

1) радиоэлектронные блоки 1, 3 имеют в своем составе электрические соединители 5, 6. В блоке 3 электрический соединитель 5 установлен на верхней панели 2, которая крепится к корпусу блока втулками 8. Электрический соединитель крепится к верхней панели с помощью планки 7 и винтов 4. Аналогично на корпус блока 1 устанавливается электрический соединитель 6;

2) радиоэлектронные блоки 1, 3 непосредственно соединяются электрическими соединителями и фиксируются винтами 9.

Работоспособность конструкции подтверждена испытаниями:

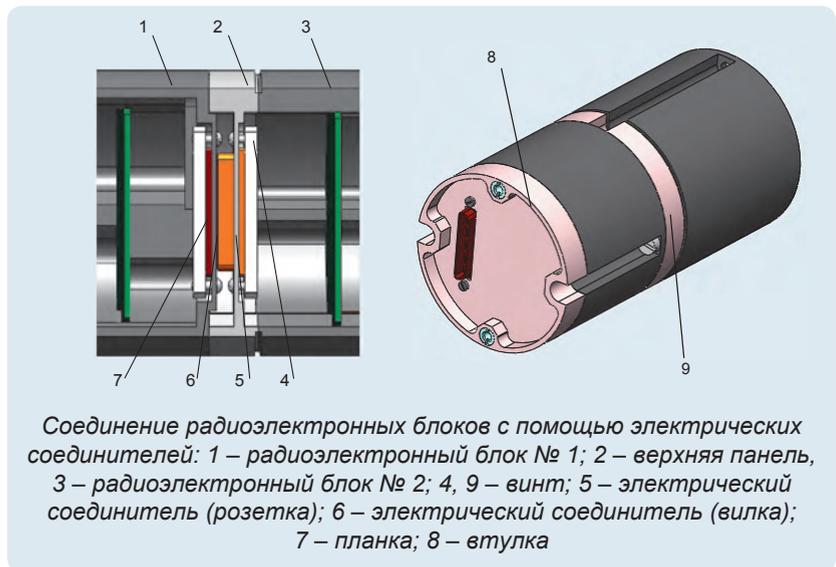
- на воздействие синусоидальной вибрации в диапазоне частот 10–2000 Гц с заданным значением ускорения 15g;

- на воздействие ударной нагрузки с амплитудой ускорения 4300g и длительностью 0,36 мс.

В конструкции использовались электрические соединители СНП339.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ УДАРОВ И ВИБРАЦИЙ

Изобретение (патент РФ № 2608897) позволит рассчитать статическую осадку и по-



Соединение радиоэлектронных блоков с помощью электрических соединителей: 1 – радиоэлектронный блок № 1; 2 – верхняя панель, 3 – радиоэлектронный блок № 2; 4, 9 – винт; 5 – электрический соединитель (розетка); 6 – электрический соединитель (вилка); 7 – планка; 8 – втулка

добрать размер нивелирующих прокладок без использования защищаемого объекта. Конструкция позволяет значительно снизить уровень вибрации в бортовой аппаратуре и защитить ее от ударных воздействий.

Средство защиты бортовой аппаратуры от механических дестабилизирующих факторов является весьма перспективной конструктивной схемой многостороннего упора, образованного элементами виброзащиты и упругопластичными вставками. Устройство защиты от ударов и вибраций (см. рисунок) содержит упругие элементы 2 и 7, расположенный между ними опорный элемент 4 с отверстием, демпфирующую втулку 5, крепежный элемент 8, крепежную втулку 6 с фланцами, дополнительную крепежную гайку 1 и шайбу 10, прокладки 9 – 2 шт.

Крепежная втулка 6 установлена в отверстии опорного элемента 4. Крепежный элемент 8, проходящий через отверстия упругих элементов 2, 7 и демпфирующей втулки 5, и крепежная втулка с фланцами, установленная в отверстии опорного элемента между крепежным элементом, упругими элементами и демпфирующей втулкой, отличаются тем, что в отверстии опорного элемента

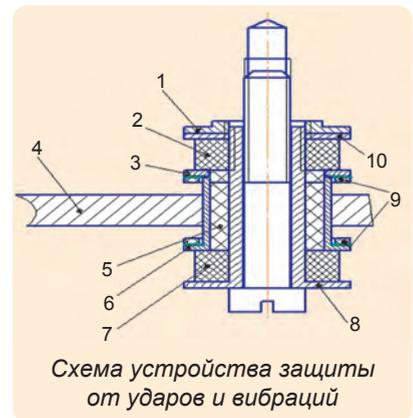


Схема устройства защиты от ударов и вибраций

между демпфирующей втулкой, упругими элементами и опорным элементом установлена дополнительная крепежная втулка с фланцами, на обращенных к опорному элементу поверхностях которых закреплены прокладки 9, а крепежная втулка с фланцами установлена с возможностью осевого перемещения.

Опорный элемент 4 выполнен из алюминиевого сплава Д16; упругие элементы 2, 7 и демпфирующая втулка – из смеси резиновой ИРП-1354 НТА; гайка 1, шайбы 3, 10, крепежная втулка 6 с фланцами, крепежный элемент 8 – из стали 30ХГСА; прокладки 9 – из пенопласта полистирольного плиточного ПС-1-200. Резиновые элементы обеспечивают защиту в осевом (работа на растяжение/сжатие) и поперечном

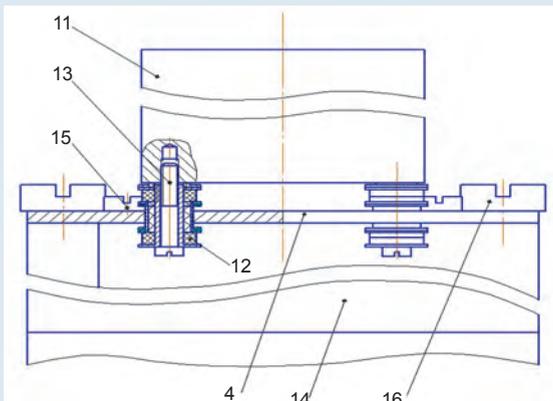


Схема установки устройства защиты от ударов и вибраций на испытательное оборудование

(работа на сдвиг) направлены, образуя двухсторонний упор между опорой. Для защиты от ударов в конструкции установлены прокладки и амортизатор на опору по тугой посадке (при больших уровнях ускорений одиночного удара амортизатор сдвигается относительно платформы, что обеспечивает дополнительное снижение динамичности конструкции).

На схеме установки устройства защиты от ударов и вибраций на испытательное оборудование показан защищаемый объект 11, установленный на платформу, состоящую из опоры 4 и амортизатора 12. Защищаемый объект 11 крепится к платформе при помощи вин-

тов 13. Платформа устанавливается на кронштейн 14 при помощи винтов 15. Кронштейн с объектом испытаний при помощи винтов 16 устанавливается на испытательное оборудование.

Применение изобретения позволило сместить резонансную частоту в низкочастотную область и уменьшить амплитуду вибрационного воздействия на 25 %.

Было проведено испытание изобретения на удар 1500г длительностью 1 мс. Значение ударного ускорения выбрано исходя из предельной стойкости большинства ЭРИ, используемых в бортовой радиоэлектронной аппаратуре.

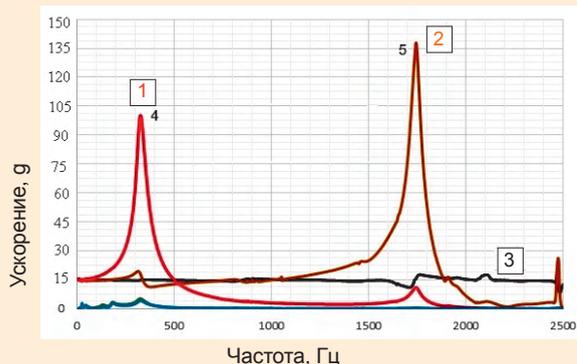
Снижение длительности нагрузки на защищаемом объекте при ударном воздействии составило 22 %.

Устройство защиты работает следующим образом: при воздействии на защищаемый объект ударной нагрузки, по значению меньшей усилия сдвига крепежной втулки 6 относительно крепежного элемента 8, при котором происходит смещение упругого элемента 2, деформируется демпфирующая втулка 5. При дальнейшем увеличении нагрузки происходит сдвиг крепежной втулки 6 относительно крепежного элемента 8 с деформацией дополнительных демпфирующих втулок 2, 7.

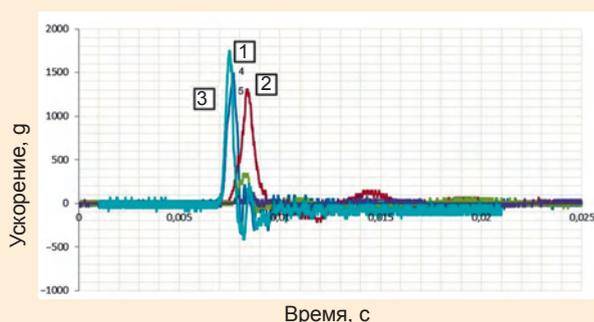
СПОСОБ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОИСКА БЛОКА ИНФОРМАЦИИ ПО СЛУЧАЙНОЙ ВЫБОРКЕ ВХОДНЫХ ДАННЫХ

Разработан способ динамического поиска блока информации, обеспечивающий:

- формирование траектории поиска с использованием метода перераспределения неявных адресов признака поиска с использованием факториальной системы счисления;
- использование многоуров-



Экспериментальная амплитудно-частотная характеристика (внешнее воздействие – синусоидальная вибрация с амплитудой ускорения 15g в диапазоне частот 10–2500 Гц): 1 – датчик на макете; 2 – датчик на основании; 3 – датчик, задающий нагрузку; точка 4 – 327 Гц, 102g; точка 5 – 1740 Гц, 137g



Экспериментальная амплитудно-временная характеристика (внешнее воздействие – одиночный удар с амплитудой ускорения 1500г длительностью импульса 1 мс): 1 – датчик на опоре; 2 – датчик на макете; 3 – датчик, задающий нагрузку; точка 4 – 1492g, точка 5 – 1308g

невого контроля истинности найденного блока с применением оригинального метода скрытого идентифицирующего подобию, увеличивающего вероятность правильного выбора блока информации до теоретически возможного значения (устранение коллизий).

Преимущества способа динамического поиска по сравнению с аналогами:

- повышенная безопасность хранения данных благодаря исключению роста априорной вероятности их

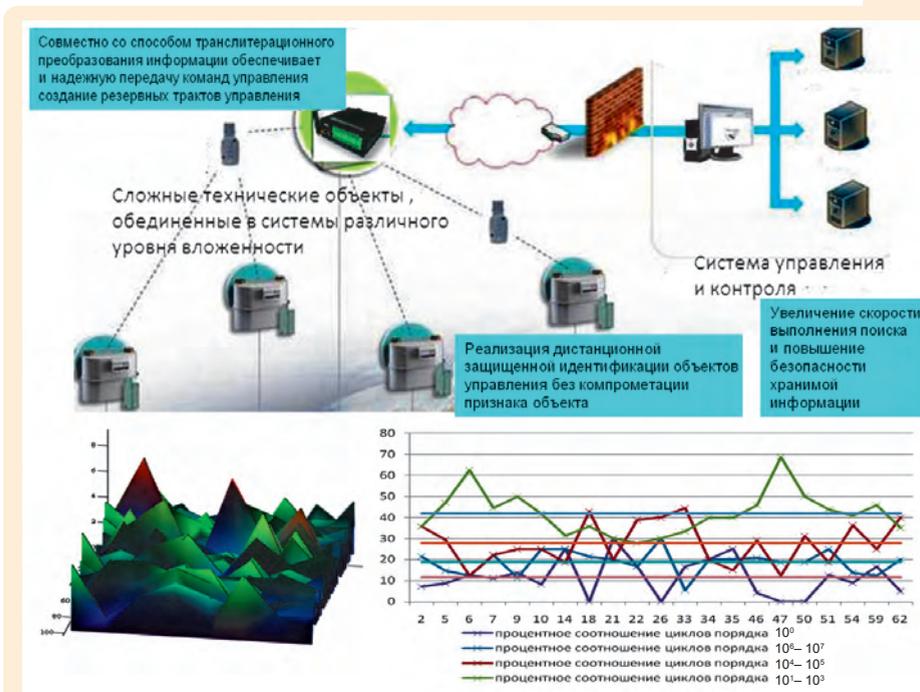
компрометации после ввода запроса на поиск или его передачи по каналам связи (устранение прямой зависимости входной и хранимой информации);

- возможность встраивания данного способа в любые алгоритмы поиска информации и базы данных (гибкая настройка алгоритма управления в зависимости от содержания и размера хранимой информации);

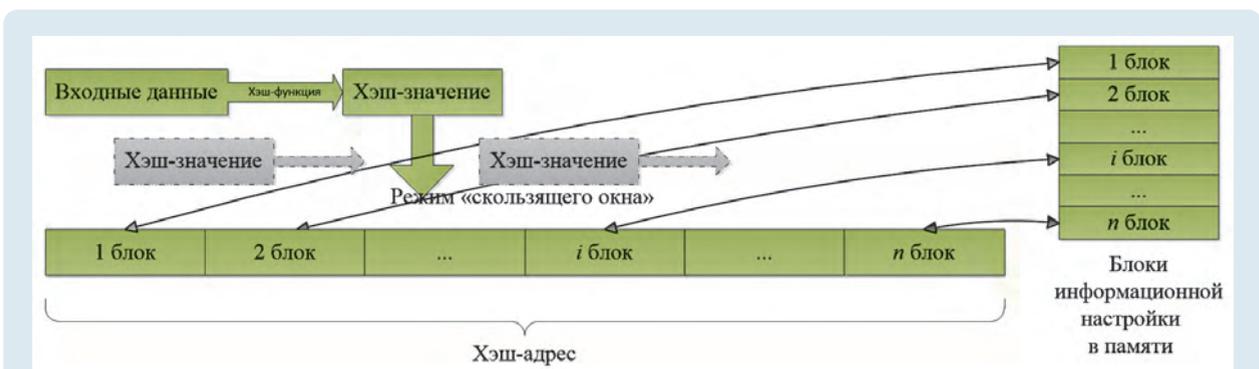
- высокое быстродействие при программной и аппаратной реализации (ско-

рость выполнения поиска увеличивается на 25–50 % в зависимости от варианта реализации).

Способ динамического поиска блока информации по случайной выборке входных данных внедрен в не имеющем аналогов программно-техническом комплексе управления и контроля сложными техническими объектами с многоуровневой иерархической структу-



Программно-технический комплекс управления и контроля сложными техническими объектами с многоуровневой иерархической структурой управления, адаптирующейся к изменяемым внешним факторам, и результаты его моделирования



Реализация способа динамического поиска по случайной выборке входных данных

рой управления, адаптирующей к изменяемым внешним факторам.

КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

Разработан, прошел полный цикл испытаний и принят Министерством обороны РФ единый комплекс технических средств защиты оружия ВМФ. Данный комплекс предназначен для интеграции в структуру комплексов оружия на строящихся и модернизируемых надводных кораблях и подводных лодках ВМФ; он обеспечивает применение оружия, имеет возможности для обучения персонала и преподавателей учебных центров Министерства обороны РФ и проведения необходимых работ в процессе эксплуатации.



Проект «Борей»



Проект «Буревестник»



По результатам выполненных работ получены:

- сертификат соответствия № 2024 Минобороны РФ;
- патент № 2415461 «Пульт управления»;
- патент № 2524491 «Учебно-тренировочный комплекс»;
- патент № 2400805 «Устройство управления и связи» и др.

ЭЛЕКТРОННЫЕ УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ С ИНТЕРАКТИВНОЙ ДЕМОНСТРАЦИЕЙ РАБОТЫ ИЗДЕЛИЙ

В рамках реализации технологий управления полным жизненным циклом изделий построена модель электронных учебных пособий на основе цифровых двойников приборов и радиоэлектронной аппаратуры. Разрабатываются программные приложения для электронных учебных пособий, демонстрирующие работу указанных приборов, с применением средств, обеспечивающих возможность их использования на операционных системах различных семейств (Microsoft Windows, Unix и др.). Внедрение в электронные учебные пособия кроссплатформенных программных элементов интерактивной демонстрации работы изделий позволяет повысить уровень подготовки и квалификации специалистов в связи с открывающейся возможностью моделирования широкого круга задач, возникающих в процессе эксплуатации приборов и радиоэлектронной аппаратуры.

ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

В 2018 г. в рамках совместной научной деятельности ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и кафедры «Радиофизика и электроника» СарФТИ НИЯУ «МИФИ» были подготовлены монография и четыре учебных пособия, предна-



Рабочие окна электронного учебного пособия

значенные для обучения студентов, аспирантов, инженеров и научных работников.

По итогам Всероссийского конкурса на лучшую научную книгу удостоены звания лауреата конкурса учебное пособие «Теория поля и защита информации» (авторы Мартынова И. А., Машин И. Г., Фомченко В. Н.) и монография «Теогония. От Древнего мира до эпохи Возрождения» (автор Астайкин А. И.),

а по итогам Межрегионального конкурса вузовских изданий «Университетская книга-2018» победителем признано пособие «Аналитические исследования характеристик информационной составляющей автоматизированных систем управления и контроля» (авторы Волков К. О., Мартынов А. П., Марунин М. В., Николаев Д. Б.).

