

УДК (621.384.326.2+535-31):535.241.15:669.784

Унифицированная сверхширокополосная система индивидуальной пассивной защиты вертолетов

Ершов Г.В.*, Мурлага А.Р.**

Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт имени академика А.И. Берга, Новая Басманная, 20, строение 9, Москва, 107078, Россия

**e-mail: m1cro4nn@mail.ru*

***e-mail: myrlaga_olga@mail.ru*

Аннотация

Статья посвящена совершенствованию существующей системы сверхширокополосной индивидуальной защиты вертолетов. Особенность системы состоит в применении как уже стоящих на вооружении средств снижения заметности (тепловые ложные цели), так и новых разработок. Представлена конструкция ключевого звена новой системы – помехосоздающего боеприпаса, обеспечивающего формирование облака объемно распределенных образований на основе технического углерода марки «Вуаль». Эффективность сформированного облака технического углерода подтверждена результатами лабораторных и натурных исследований его электродинамических свойств в ультрафиолетовом, видимом, инфракрасном и радиолокационном диапазонах длин волн.

Ключевые слова: боеприпас, защита вертолета, объемно-распределенное образование, пассивные помехи, снижение заметности, технический углерод, эффективная поверхность рассеяния.

Тенденции развития средств поражения вертолетной техники диктуют необходимость совершенствования средств защиты [1-4]. Однако, системы защиты, стоящие на вооружении (в России и за рубежом), узкодиапазонны, поэтому для защиты объекта в широком диапазоне длин волн необходимо использовать одновременно несколько систем, что удорожает стоимость объекта, значительно ухудшает его массогабаритные и эксплуатационные характеристики.

В ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга сформировался свой подход к решению проблемы создания современной системы пассивной защиты вертолета в широком диапазоне длин волн. Согласно этому подходу концепция защиты объекта от обнаружения сводится к созданию объемно-распределённого образования (ОРО) на основе технического углерода марки «Вуаль» (ТУВ) – продукт термоокислительного (или термического) разложения углеводородов в газовой фазе.

Основываясь на опыте предыдущих работ, предложена система пассивной защиты вертолета от средств поражения и наведения в сверхшироком диапазоне длин волн (ультрафиолетовом (УФ), видимом, инфракрасном (ИК) и радиолокационном (РЛ)), на основе ТУВ. В предлагаемой системе для защиты объекта используются как тепловые ложные цели (ТЛЦ), так и специальные помехосоздающие боеприпасы, формирующие ОРО на основе ТУВ.

При создании системы защиты за основу взято устройство выброса (УВ) типа УВ-5 (рисунок 1), входящее в комплектацию современных объектов авиационной техники и предназначенное для отстрела ТЛЦ (рисунок 2).



Рисунок 1 - Устройство выброса типа УВ-5

Тактико-технические характеристики УВ предполагают возможность одновременного отстрела нескольких типов боеприпасов, что позволяет нам добавить к ТЛЦ специальный боеприпас, предназначенный для формирования облака ОРО из ТУВ.

Такое облако способно противодействовать наведению средств поражения путем как снижения заметности объекта, так и искажения его излучательных характеристик.

Для выполнения требований унификации при разработке помехосоздающего боеприпаса за основу взята конструкция ТЛЦ, поэтому принцип выброса и посадочные места не менялись.



Рисунок 2 - Фотография вертолета, отстреливающего ТЛЦ

Предполагаемый конструктивный облик помехосоздающего боеприпаса представлен на рисунке 3. Объем камеры с порошком равен $58,9 \text{ см}^3$. При насыпной плотности ТУВ $0,195 \text{ г/см}^3$ масса порошка, содержащегося в камере, равна $11,5 \text{ г}$.

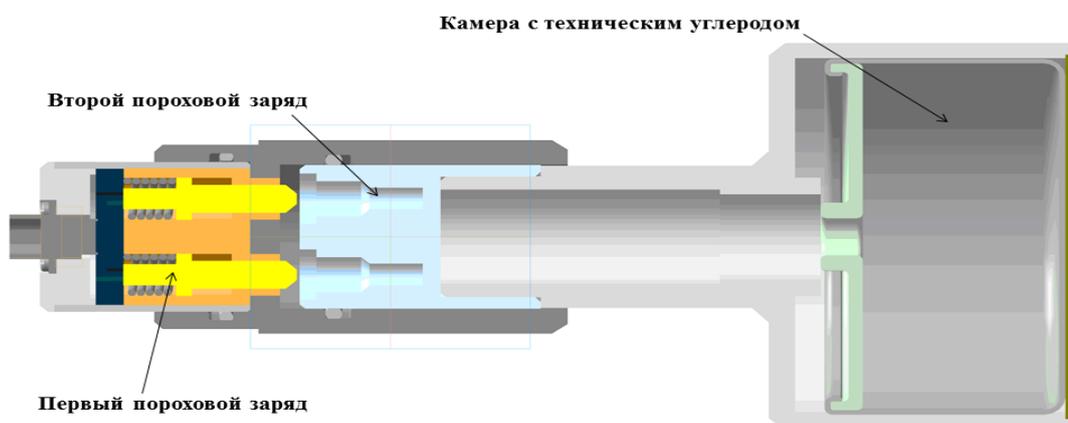


Рисунок 3 - Внешний вид помехосоздающего боеприпаса

Как и в случае с ТЛЦ, помехосоздающий боеприпас отстреливают из УВ. На заданном расстоянии от объекта он разрывается благодаря второму пороховому заряду, образуя облако ОРО. Размер облака и концентрацию ТУВ в нем можно варьировать за счет увеличения количества отстреливаемых помехосоздающих боеприпасов, что удовлетворяет требованиям масштабируемости в перспективных разработках.

Предложенная система индивидуальной защиты обладает следующими особенностями:

1. Защита во всём диапазоне функционирования средств обнаружения и наведения.

2. Унификация (система защиты строится на основе доработки стоящего на вооружении устройства выброса ТЛЦ типа УВ-5 с заменой части патронов помехосоздающими боеприпасами на основе ТУВ).

3. Комплексование (наряду с выбросом тепловых ложных целей отстреливаются средства для создания завесы объёмно-распределённых образований).

4. Масштабируемость (варьируя количество патронов, можно защищать разные типы вертолетов).

При отработке системы защиты проведено предварительное компьютерное моделирование на примере 3-D модели вертолета, позволившее оценить эффективную поверхность рассеяния (ЭПР) вертолета (рисунок 4). Как видно из рисунка 4, наибольшую «яркость» в исследованном диапазоне (1-3 ГГц) имеет хвостовая часть вертолета, поэтому целесообразно создавать облако ОРО в задней полусфере ЛА.

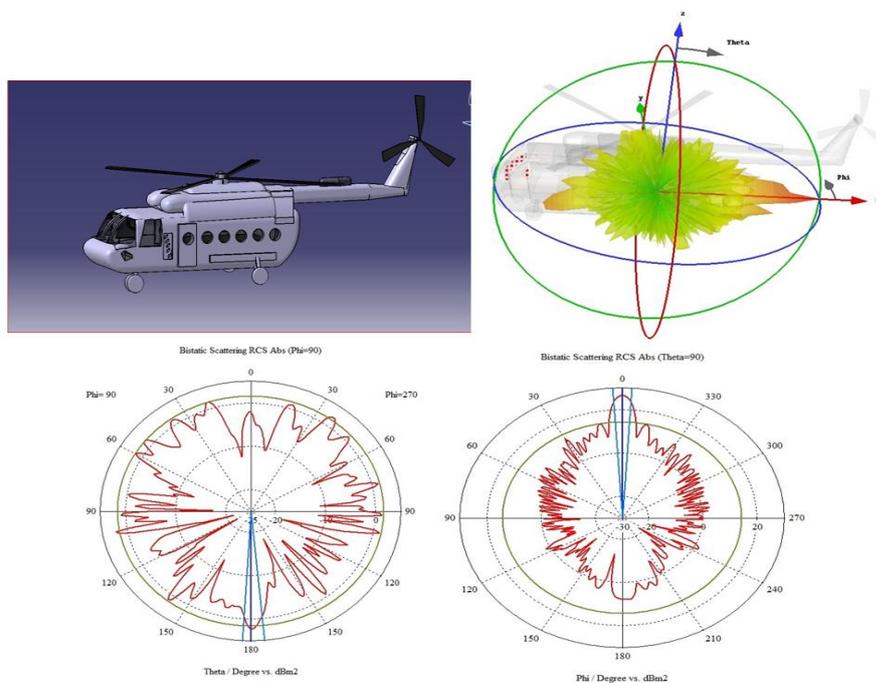


Рисунок 4 – Компьютерная модель вертолета и результаты моделирования его ЭПР в диапазоне частот от 1 до 3 ГГц

Проведен ряд лабораторных экспериментов в диапазоне длин волн от УФ до РЛ с целью исследования электродинамических характеристик ТУВ [5-9]:

– в диапазоне длин волн от 2,5 до 8 мкм исследования проводились на спектрофотометре ФСМ-1201. Измерялся коэффициент пропускания t образца, представлявшего собой нанесённую между стёклами CaF_2 суспензию, состоящую из смеси иммерсионной жидкости (вазелинового масла) и порошка технического углерода марки «Вуаль». Эксперимент показал, что коэффициент пропускания ТУВ составляет менее 10% во всем исследуемом диапазоне при массовой доле от 10^{-2} до $15,625 \cdot 10^{-5}$ г содержания ТУВ в образце (рисунок 5);

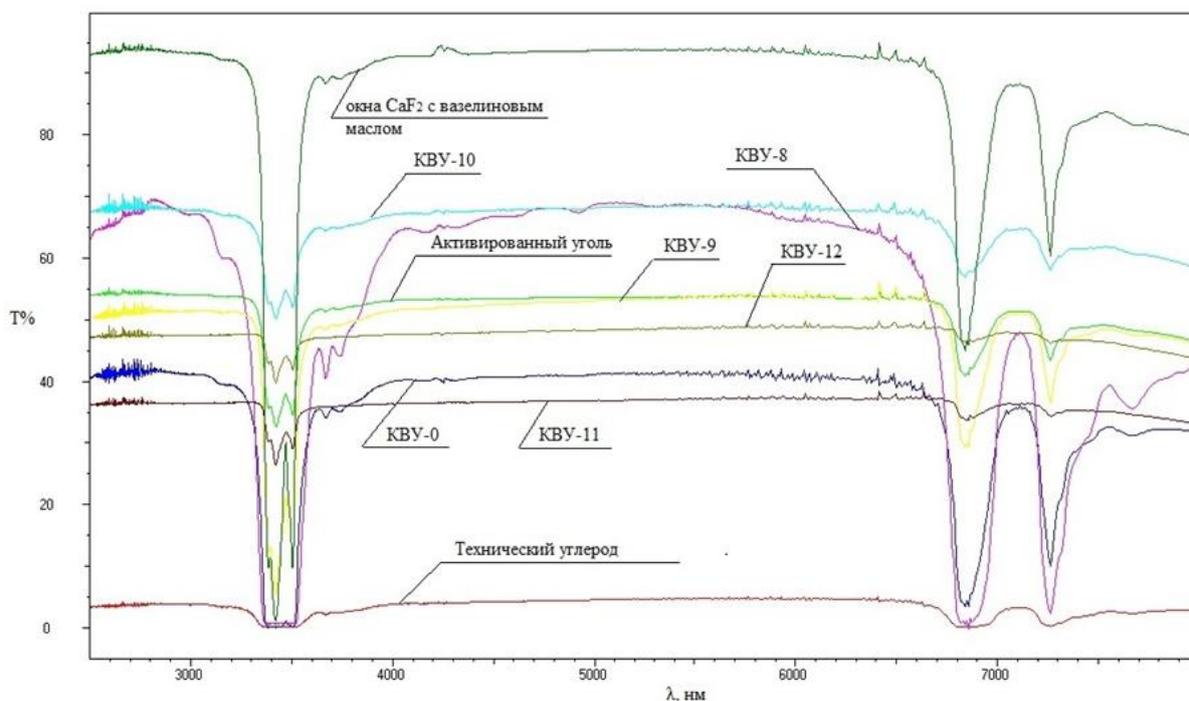


Рисунок 5 - Коэффициент пропускания t различных углеродных материалов в зависимости от длины волны λ при массовой доле исследуемого вещества в измеряемом образце $1,25 \cdot 10^{-3}$ г

— в диапазоне длин волн от 250 до 2500 нм исследования проводились на спектрофотометре Lambda 1050; измерялся коэффициент отражения r или пропускания t образца, представлявшего собой нанесённую между стёклами CaF_2 суспензию, состоявшую из смеси иммерсионной жидкости (вазелинового масла) и порошка ТУВ. Эксперимент показал, что коэффициент пропускания ТУВ варьируется в диапазоне от 7 до 15%, а коэффициент отражения составляет менее 5% во всем указанном диапазоне при массовой доле от 10^{-2} до $15,625 \cdot 10^{-5}$ г содержания ТУВ в исследуемом образце (рисунок 6-7);

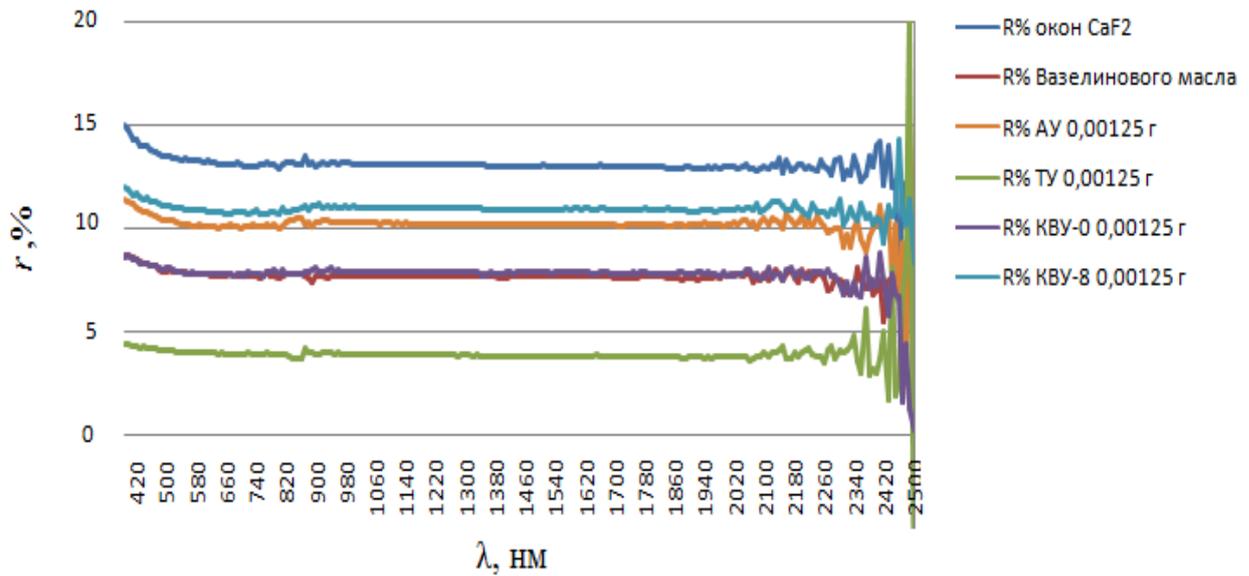


Рисунок 6 - Коэффициент отражения r различных углеродных материалов в зависимости от длины волны λ при массовой доле исследуемого вещества в измеряемом образце $1,25 \cdot 10^{-3}$ г

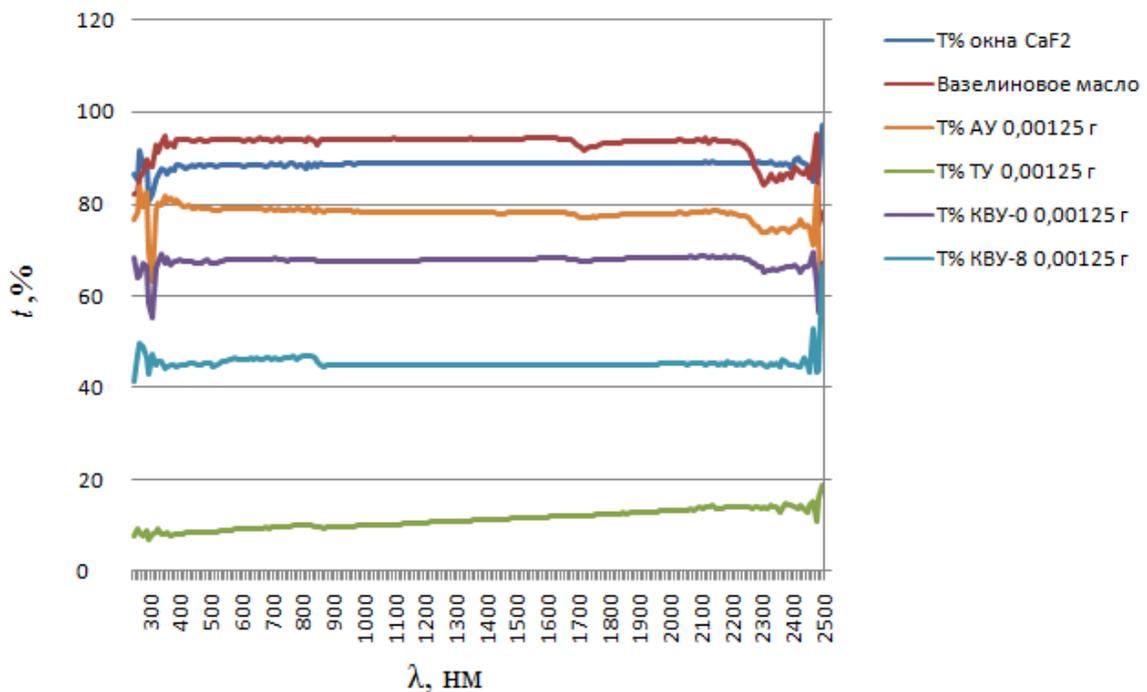


Рисунок 7 - Коэффициент пропускания t различных углеродных материалов в зависимости от длины волны λ при массовой доле исследуемого вещества в измеряемом образце $1,25 \cdot 10^{-3}$ г

– в диапазоне длин волн от 1,6 до 5 см измерения проводились на стенде радиоволновых измерений с шагом по частоте в 1 ГГц. Для этого исследуемый

объект (металлическую пластину с нанесённым на одну из её сторон ТУВ) поворачивали на 360° с шагом 1° при помощи поворотного устройства и измеряли уровни отражённого от объекта сигнала. Исследования показали, что слой ТУВ толщиной ~ 1 мм даёт ослабление отражённого излучения от 12 до 30 дБ (среднее значение по диапазону составляет 19,4 дБ), при этом зависимость величины ослабления от частоты излучаемого сигнала существенно нелинейна (рисунок 8).

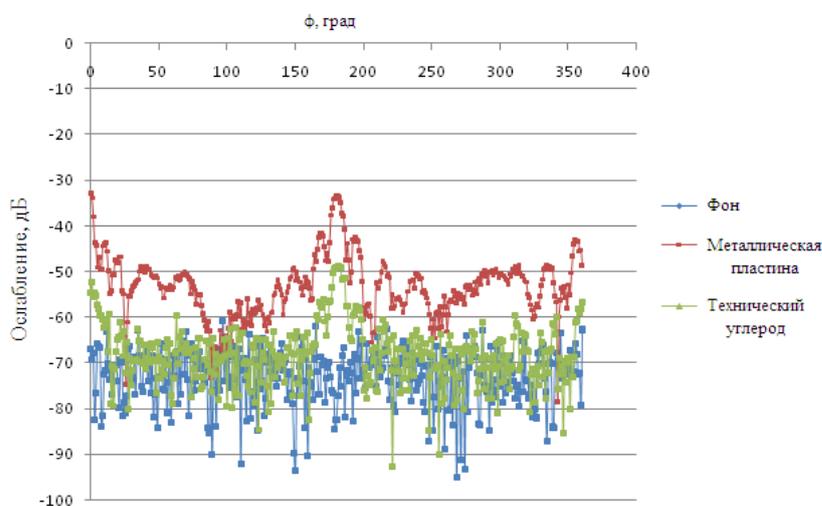


Рисунок 8 - Результаты измерения коэффициента отражения технического углерода марки «Вуаль» в диапазоне длин волн от 1,6 до 5 см

Результаты лабораторного измерения размеров частиц ТУВ проведенного на лазерном анализаторе размеров частиц Analysette 22, показали (рисунок 9), что конечная структура порошка ТУВ, образовавшегося в результате его хранения и транспортировки, состоит из агрегатов размером от единиц до нескольких сотен мкм (рисунок 9б). Воздействие на пробу порошка ТУВ ультразвуком, реализованном в измерительном приборе, позволяет частично разбить начальную

структуру до более мелкой (рисунок 9а), состоящей из частиц размером от десятых долей мкм до единиц мкм.

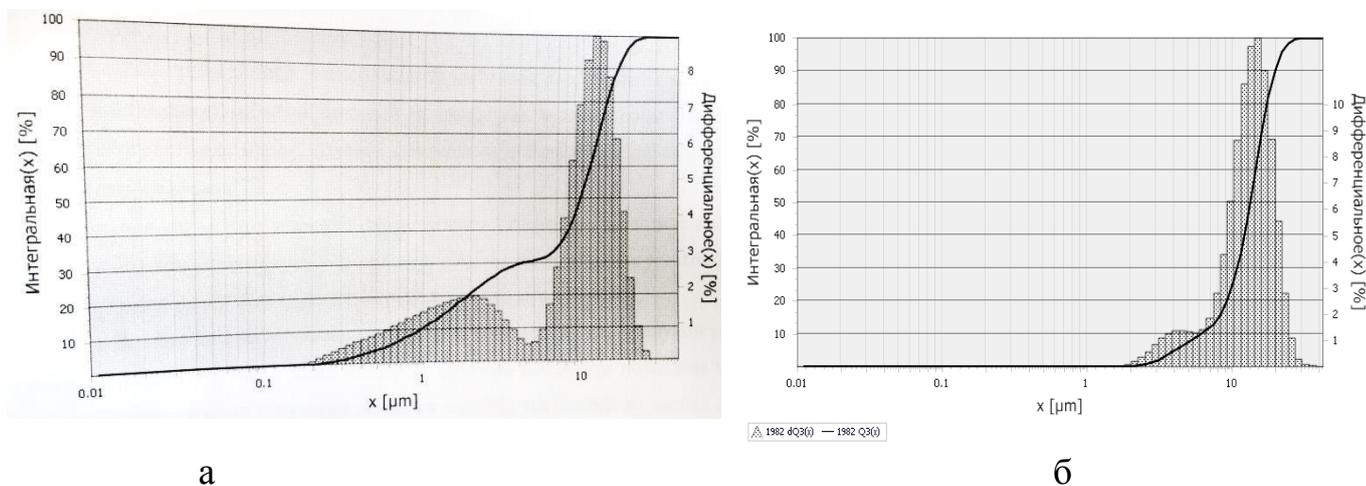


Рисунок 12 - Гистограммы распределения относительного объема фракций по размерам частиц пробы порошка ТУВ (а – при наличии воздействия ультразвуком, б – без воздействия ультразвуком)

Результаты наземных, натуральных, стендовых испытаний динамики формирования ОРО в воздушной среде, и закрытия струи факела двигателя подтвердили выбранный подход к защите объектов (рисунки 10).

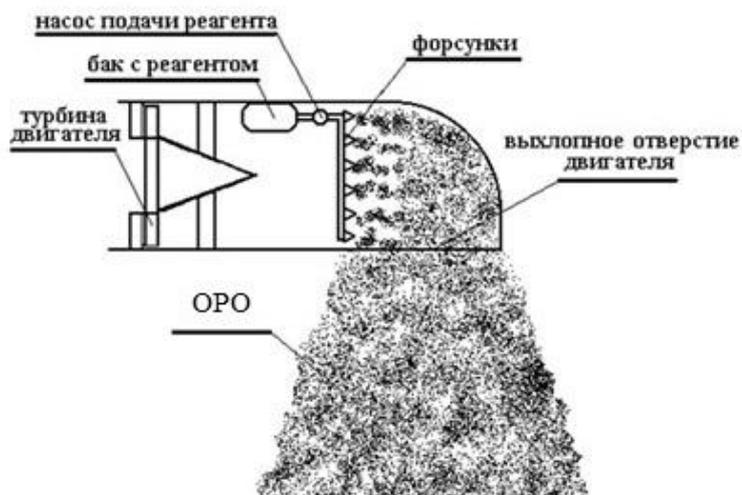


Рисунок 10 - Схема формирования ОРО при защите авиационной техники

Перспективные направления исследований для развития предлагаемой системы индивидуальной защиты технических объектов:

1. Проведение сравнительного анализа эффективности использования ТУВ с уже стоящими на вооружении и запасно-табельными аэрозолеобразующими составами.

2. Разработка с использованием технологии 3-D печати материалов и конструкций элементов технических объектов на основе ТУВ.

3. Результат воздействия ультразвука на сыпучие материалы, приводящий к изменению размеров частиц, позволяет рассматривать помехосоздающий боеприпас не только как устройство выброса, сыпучих материалов, но и в качестве устройства их диспергации до ультрадисперсного наноразмерного состояния.

Работы по данному направлению отмечены в 2014 году стипендией Президента РФ «За значительный вклад в развитие оборонно-промышленного комплекса РФ», а по итогам 2015 года Федеральной службой по военно-техническому сотрудничеству (ФСВТС России) – Национальной премией «Золотая идея» за достижения в области военно-технического сотрудничества, разработки и производства образцов вооружения и военной техники. Присуждение премии «Золотая идея» – это официальное признание на Федеральном уровне экспортного потенциала разработки, поскольку основной целью премии является стимулирование экспорта российской продукции военного назначения.

Библиографический список

1. Селиванов В.В., Бабкин А.В., Велданов В.А. и др. Средства поражения и боеприпасы. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 982 с.
2. Мурлага А.Р. Способ ослабления энергии электромагнитного излучения модифицированным водяным паром // Молодежная конференция «Новые материалы и технологии для ракетно-космической и авиационной техники». Сборник материалов. Звёздный городок, 2012, С. 75–80.
3. Мурлага А.Р. Способ ослабления энергии электромагнитного излучения модифицированным водяным паром // Труды МАИ. 2013. № 68. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=41988>
4. Шутов П.В., Ефанов В.В. Методика автоматизации процесса испытаний авиационных боеприпасов // Труды МАИ. 2014. № 75. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=49684>
5. Дамарацкий И.А., Мурлага А.Р. Расчётно-экспериментальный стенд для решения задачи снижения радиолокационной заметности различных объектов. Излучение и рассеяние электромагнитных волн // Труды Международной научной конференции «Излучение и рассеяние ЭМВ – ИРЭМВ-2013», Таганрог, 2013. С 321-323.
6. Большаков Д.А., Мурлага А.Р. Исследование электродинамических свойств технического углерода с использованием спектрофотометра Lambda 1050 // II Всероссийская Микроволновая конференция. Сборник докладов. – М.: Изд-во JRE – ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, 2014. С. 405 – 408.

7. Казьмин А.И., Манин В.А., Федюнин П.А., Ивануткин А.Г. Стенд для исследования электрофизических параметров радиопоглощающих материалов и покрытий применяемых для снижения радиолокационной заметности авиационных комплексов // Труды МАИ. 2015. № 83. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=62124>

8. Большаков Д.А., Мурлага А.Р., Ершов Г. В. Сравнительное исследование электродинамических свойств углеродосодержащих материалов в среднем инфракрасном диапазоне длин волн // Международная научно-техническая конференция «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения» (INTERMATIC - 2015). Сборник докладов. - М.: МИРЭА, 2015. С. 158–162.

9. Большаков Д.А., Ершов Г.В., Мурлага А.Р., Порохов И.О. Снижение заметности технических объектов с использованием технического углерода марки «Вуаль» в сверхшироком диапазоне длин волн (от ультрафиолетового до радиолокационного) // Молодежная конференция «Новые материалы и технологии для ракетно-космической и авиационной техники». Сборник материалов. – Звездный городок, 2016. С. 8-15.