

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО СНИЖЕНИЯ ЗАМЕТНОСТИ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ВЕДУЩИХ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Д.Б. Изюмов, нач. отдела ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, *izyumov@extech.ru*

Е.Л. Кондратюк, ст. науч. сотр. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, *kel@extech.ru*

А.Б. Логунов, рук. напр. Комплекса R&D ОАО «РТИ», канд. воен. наук, *ivlev.69@mail.ru*

В статье рассмотрены понятие «заметности образца ВВСТ», цель комплексного снижения его заметности, основные показатели демаскирующих признаков (заметности) объектов ВВСТ, а также направления исследований и разработок ведущих зарубежных стран по комплексному снижению заметности ВВСТ. Проанализированы и представлены основные мероприятия зарубежных специалистов по снижению заметности образцов ВВСТ в видимом, инфракрасном и радиолокационном диапазонах длин волн. Рассмотрены основные научно-технические проблемы комплексного снижения заметности тактической авиации ВВС США.

Ключевые слова: заметность, стелс-технологии, скрытность, вооружение, военная и специальная техника, основные направления развития, научно-технические проблемы создания, перспективные исследования.

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROBLEMS OF COMPLEX REDUCTION OF THE VISIBILITY OF WEAPONS, MILITARY AND SPECIAL EQUIPMENT OF THE LEADING FOREIGN COUNTRIES

D.B. Izyumov, Head of Department, SRI FRCEC, *izyumov@extech.ru*

E.L. Kondratyuk, Senior Researcher, SRI FRCEC, *kel@extech.ru*

A.B. Logunov, Head of Thematic Research Group, R&D Complex at the OJSC «RTI», Doctor of Military Sciences, *ivlev.69@mail.ru*

The article deals with the notion of «visibility of WMSE», the goal of a comprehensive reduction of its visibility, the main indicators of the unmasking features (visibility) of the WMSE objects, as well as the direction of R&D of leading foreign countries to comprehensively reduce the visibility of the WMSE. Analyzed and presented are the main activities of foreign specialists in reducing the visibility of the WMSE samples in the visible, infrared and radar wavelength ranges. The main scientific and technological problems of the comprehensive reduction of tactical aviation's visibility by the US Air Force are considered.

Key words: visibility, stealth technologies, concealment, armament, military and special equipment, main directions of development, scientific and technological problems of creation, prospective studies.

Снижение заметности образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) является одним из ключевых направлений их защиты от средств обнаружения и поражения.

Под «заметностью образца ВВСТ» подразумевается совокупность различий отражающих и излучающих его свойств и фона (амплитудных, фазовых, частотных, поляризационных и других), определяющих возможность обнаружения именно данного образца ВВСТ и наведения на него оружия. Соответственно, снижение заметности представляет собой совокупность мероприятий по изменению оптических, инфракрасных и радиолокационных харак-

теристик образца ВВСТ, уменьшающих различия в отражающих и излучающих свойствах образца ВВСТ и фона.

Цель комплексного снижения заметности образца ВВСТ — снижение вероятности его обнаружения и поражения на фоне подстилающей поверхности (для наземных и морских образцов ВВСТ) и/или на фоне неба (для воздушных образцов ВВСТ) в оптико-визуальном (видимом), инфракрасном (ИК), лазерном и радиолокационном диапазонах длин волн. Поэтому руководства оборонных ведомств и видов вооруженных сил ведущих зарубежных стран (ВЗС) придают немаловажное значение проведению, обеспечению и финансированию мероприятий в данной области, а также разработке, созданию и развитию сопутствующих технологий и научно-технических решений.

Для выявления научно-технических проблем комплексного снижения заметности ВВСТ целесообразно выделить основные показатели демаскирующих признаков (заметности) объектов ВВСТ в различных диапазонах длин волн, представить основные меры по снижению заметности ВВСТ в ВЗС и обозначить направления проводимых научно-исследовательских работ в данной области.

Выделяют следующие основные показатели заметности (демаскирующие признаки) объектов ВВСТ в различных диапазонах длин волн [1]:

- в оптико-визуальном (видимом) диапазоне — контрастный образ объекта ВВСТ, искажение характеристик фона (например, тени, создаваемой объектом), искажение характеристик фона за счет движения объекта;

- в ИК диапазоне — средняя по поверхности образца ВВСТ разность радиационных температур объекта и фона;

- в лазерном диапазоне — удельная эффективная поверхность рассеяния (ЭПР) объекта ВВСТ;

- в радиолокационном диапазоне — среднее значение ЭПР и совокупность значений ЭПР в различных секторах наблюдения в соответствии со структурой диаграммы обратного рассеяния объекта наблюдения (обзорный режим) или радиолокационный портрет объекта (режим детальной разведки).

Среди важнейших вопросов, связанных с созданием малозаметного ВВСТ в ВЗС, следует отметить:

- задание требований заметности образца ВВСТ с учетом условий его боевого применения совместно со средствами радиоэлектронной борьбы (РЭБ), радиационной, химической и биологической защиты (РХБЗ) и другими средствами защиты (как правило, задание требований проводится в ходе научно-исследовательских работ по созданию малозаметного образца);

- разработку средств и способов снижения заметности с учетом совместного применения с другими средствами защиты и выбор оптимального варианта;

- создание опытного образца с учетом реализации в нем средств и способов снижения заметности в условиях ограниченного ресурса;

- контроль достигнутых характеристик заметности образца в ходе различных испытаний.

На рис. 1–6 представлены примеры стоящей на вооружении и перспективной малозаметной военной техники ведущих стран мира, разработанной, в том числе, и по стелс-технологиям [2, 3, 4, 5].

Анализ зарубежных мер комплексного снижения заметности ВВСТ показывает, что основные усилия в данной области нацелены на снижение радиолокационной и тепловой заметности образцов.

Основными мероприятиями ВЗС по комплексному снижению заметности традиционно являются конструктивные меры, направленные на оптимизацию геометрической формы и компоновки силовых агрегатов, корпусов сухопутной техники и кораблей, палубных надстроек, фюзеляжей, воздухозаборников, выходных сопел и кабин летательных аппаратов, применение в элементах их конструкций композиционных и радиопоглощающих материа-

лов и покрытий. Большинство данных технологий в совокупности со специально разработанными и применяемыми геометрическими формами и конструктивными особенностями образцов ВВСТ относят к стелс-технологиям.



Рис. 1. Многоцелевой корвет пониженной радиолокационной заметности ВМС Швеции типа «Висбю»



Рис. 2. Эскадренный миноносец ВМС США типа «Замволт», разработанный по стелс-технологиям



Рис. 3. Малоаметный многоцелевой истребитель F-22A «Раптор» ВВС США



Рис. 4. Малоаметный стратегический бомбардировщик B-2A «Спирит» ВВС США



Рис. 5. Малоаметный ОБТ¹ «Меркава Mk. IV» СВ Израиля ВВС США



Рис. 6. Концептуальный облик малоаметного танка PL-01 СВ Польши

¹ ОБТ — основной боевой танк сухопутных войск государства.

Малая заметность в образцах техники ведущих стран мира также обеспечивается применением различных средств ее снижения:

- маскировочная окраска;
- маскировочные сети, в том числе эффективные в инфракрасном и радиолокационном диапазоне спектра электромагнитных излучений;
- дымовые завесы и аэрозоли (например, при помощи термодымовой аппаратуры);
- покрытия, поглощающие радиолокационное и тепловое излучения и другие.

Кроме того, за рубежом проводятся исследования, направленные на совершенствование имеющихся технологий и созданию перспективных, таких как:

- управляемые средства (эффективные в оптическом, инфракрасном и радиолокационном диапазоне спектра);
- комбинированные (мультиспектральные и гипермультиспектральные) средства, в том числе слабоизлучающие и активно поглощающие излучение материалы;
- многослойные системы.

Ниже представлены основные направления ведущих стран мира по комплексному снижению заметности образцов ВВСТ в различных диапазонах длин волн.

Для снижения заметности объектов ВВСТ в оптико-визуальном (видимом) диапазоне длин волн основные усилия зарубежных специалистов направлены на уменьшение яркостного контраста между объектом и фоном. Наиболее распространенным способом снижения заметности образца ВВСТ является его окрашивание. Помимо этого, высокоэффективным способом снижения заметности в оптико-визуальном диапазоне является применение различного рода искусственных элементов, деформирующих контуры объектов: фальшбортов, противотеневых экранов, срезанной растительности, масок-принадлежностей из маскировочных сетей (как правило, радиопоглощающих).

Применение перечисленных способов и средств снижения заметности может уменьшить дальность обнаружения наземного или размещенного на земле ВВСТ типовыми оптико-визуальными авиационными системами разведки и управления вооружением самолета (вертолета) вероятного противника в 2–3 раза. При этом среднее время обнаружения увеличится более чем в полтора раза. Одним из основных направлений дальнейшего развития способов и средств снижения заметности в оптическом диапазоне длин волн может быть создание и применение покрытий с управляемыми оптическими характеристиками, функционирующих во всех диапазонах электромагнитного спектра.

В ИК диапазоне длин волн основные усилия в ВЗС сосредоточиваются главным образом на снижении контрастных радиационных температур поверхности объекта и выравнивании их с температурой фона.

Современные ИК стелс-технологии можно сгруппировать по принципу действия перечисленных ниже категорий.

1. «Заманивание».

Принцип действия средств «заманивания» ракет первого поколения (ракеты, системы наведения которых, работают в диапазоне волн 1–2,5 мкм), заключается в том, что они уводятся в направлении Солнца, а затем совершают маневр с целью фокусирования ракеты на излучении, исходящем от Солнца. Другим методом являются полеты самолетов в парах в одном направлении, но на удалении нескольких километров друг от друга. Ведомый самолет выполняет маневр уклонения от ракеты, чтобы последняя нацелилась на ведущий самолет, который находится за пределами зоны поражения ракеты.

Системы наведения ракет второго поколения функционируют в диапазоне волн от 3 до 5 мкм и не «уводятся» описанными выше способами. Единственным эффективным методом для этих систем является запуск тепловых ловушек летательным аппаратом (ЛА) таким образом, чтобы направить ракету к ложной цели. Однако данный метод является неэффективным в отношении систем наведения ракет, оборудованных системами видеонаблюдения,

поскольку они позволяют ракете оставаться зафиксированной на исходном тепловом излучении самолета. Одним из способов уклонения от таких ракет является преобразование теплового изображения летательного аппарата (ЛА), уменьшение его тепловой эмиссии для усложнения самого факта обнаружения или увеличения тепловой эмиссии самолета для перегрузки датчиков ракет.

2. Применение материалов с низкой излучательной способностью.

Существующие технологии создания материалов с низким эмиттансом основаны на использовании свойств проводящих материалов, таких как алюминиевые сплавы с различной геометрией и зернистостью. Эти материалы смешиваются с лакокрасочным покрытием, которым окрашивается требуемое оборудование. Этот подход является экономически выгодным, но имеет несколько основных недостатков:

- возможность воссоздания реальной температуры объекта на основе спектрального анализа излучения;

- для достижения низкого эмиттанса требуется высокая концентрация активного вещества, что, в свою очередь, снижает свойства материалов поглощающих радиолокационное излучение;

- данные материалы эффективны для электромагнитного спектра, выходящего за границы диапазона волн 3–5 мкм, что в свою очередь приводит к нежелательному повышению температуры подложки и последующему увеличению теплового излучения (повышение температуры подложки также может вызвать перегрев чувствительного оборудования и т.д.).

3. Системы активного охлаждения.

Технология снижения температуры отработанных газов, выделяемых двигателями, заключается в закачке холодного воздуха в горячий поток. Такой метод используется во многих самолетах, которые используют систему снижения эффективной отражающей поверхности. Однако применение данных систем существенно снижает максимальную тягу двигателей.

4. Применение теплоизоляционных материалов.

Данный метод основан на размещении теплоизоляционных материалов поверх источников теплового излучения с целью изменения их ИК-сигнатуры. Для этой цели используются такие средства снижения заметности наземных образцов ВВСТ, как «двойная крыша» над моторным отделением объектов бронетанковой техники, фальшборта из резинокорда над нагревающимися элементами ходовой части, быстро наносимые и легко смываемые пены с различными присадками (в том числе и радиолокационными), быстроразъемные теплоизоляционные покрытия и т.д.

Однако существенным недостатком такого метода является повышение температуры источника теплового излучения, что может привести к его повреждению (в случае наличия чувствительной электроники или других чувствительных к перегреву систем). Кроме того, для существенного уменьшения тепловой сигнатуры необходимо наличие теплоизоляционных материалов, обладающих большой массой и толщиной, по сравнению с толщиной покрытий выполненных по стелс-технологии.

В ряде ВЗС проводятся исследования по разработке перспективных покрытий, снижающих ИК сигнатуру образца ВВСТ. Так, во Франции запатентована технология узкополосного селективного излучения, которая позволяет при помощи специального покрытия смещать спектр теплового излучения образца ВВСТ за пределы области обнаружения современными ракетами [6]. Данное покрытие не только затрудняет обнаружение в ИК-диапазоне и уменьшает излучение образца ВВСТ в диапазоне волн 3–5 мкм, но и искажает тепловизионное изображение, которое не совпадает с эталонным спектром, и как следствие изменяет цветовую гамму при визуализации тепловизионного изображения.

В целом применение средств снижения тепловой заметности ВВСТ приводит к уменьшению дальности обнаружения наземных или размещенных на земле образцов ВВСТ в 1,5–2 раза и повышает вероятность поражения самолета противника маловысотным ЗРК.

В радиолокационном диапазоне длин волн основные усилия зарубежных специалистов в первую очередь направляются на уменьшение удельной эффективной поверхности рассеяния объектов ВВСТ.

В ведущих зарубежных странах активно развиваются следующие направления обеспечения малой заметности в РЛ области спектра.

1. Стелс-технологии, связанные с изменением геометрических параметров образцов ВВСТ.

Основной замысел заключается в разработке внешней оболочки, изменяющей геометрическую форму подвижных или стационарных образцов ВВСТ, позволяющей эффективно рассеивать и отражать радиолокационное излучение, что затрудняет обнаружение объекта. Недостатком этой технологии является то, что она накладывает конструктивные ограничения на многие системы и узлы, которые в свою очередь могут снизить производительность (эффективность) бортовых устройств и образца ВВСТ в целом.

2. Материалы, поглощающие радиолокационное излучение.

Данные материалы применяют для систем ЛА, имеющих большое радиолокационное излучение, а также в сухопутной технике и на стационарных объектах. Недостаток этой технологии заключается в том, что она эффективна против ограниченного диапазона радиолокационных частот. Кроме того, для длинноволнового диапазона толщина покрытия увеличивается (существенно увеличивая массу образца ВВСТ). Активные материалы, используемые при создании данных покрытий, состоят из различных типов ферритов, а также проводящих полимеров, таких как полианилин или полипиррол.

3. Средства активной нейтрализации (усреднения) излучения.

Суть технологии активной нейтрализации заключается в анализе радиолокационных параметров сигналов, направляемых на объект ВВСТ, с целью генерирования и излучения ответного радиолокационного сигнала равной величины, но в противофазе. Это приведет к аннулированию суммарного радиолокационного сигнала, отраженного системой противодействия. Данная система может адаптироваться ко всем радиолокационным частотам, но требует существенных затрат для анализа радиолокационных сигналов в реальном времени. Кроме того, проблема излучения широкого спектра радиолокационных частот в настоящее время не решена, особенно для ЛА.

В настоящее время в США также развернуты работы по разработке методов и средств, обеспечивающих управляемое рассеивание электромагнитных волн различными объектами. При этом под управлением в широком смысле понимается целенаправленное изменение, в заданных пределах, различных информативных радиолокационных характеристик объекта во времени и/или пространстве.

Основными средствами управления рассеиванием являются управляющие покрытия и структуры, размещаемые на поверхности объекта или вблизи его. Наиболее распространенными конструкциями управляющих структур являются управляемые нагрузки, экраны, отражатели-антенны всех типов, отражательные решетки. Здесь эффекты управляемого рассеивания обеспечиваются сравнительно простыми средствами с помощью малогабаритных, экономичных, управляемых элементов (например, диодных), ферритовых и плазменных, расположенных в области фокусировки лучей и в нагрузках антенн.

В частности, в США проводятся исследования по созданию многофункциональной «умной обшивки» с использованием интеллектуальной антенной решетки, содержащей СВЧ-устройства и подсистемы микропроцессорного управления, распознавания, радиотехнической разведки и радиопротиводействия. В рамках этой программы фирмой «Локхид Мартин» разрабатываются управляемые полианилиновые электропроводящие покрытия. Данная противорадиолокационная система позволит адаптивно управлять радиолокационной заметностью образцов ВВСТ, создавать в отраженном поле различного рода помехи и имитировать цели. Однако применение эффектов управляемого рассеивания связано с созданием под-

систем его электродинамического, технологического и микропроцессорного обеспечения, что является трудной научно-технической задачей, например, по сравнению с применением неуправляемых радиопоглощающих материалов.

4. Постановка уводящих помех или «заманивание».

Суть применяемого в настоящее время метода заманивания заключается в запуске облака дипольных противорадиолокационных отражателей образцом ВВСТ. Данное облако создает вторичное радиолокационное изображение с целью создания ложной цели. Однако данный метод сложно реализовать в морских условиях из-за возможного наличия переменных ветров, которые могут запустить облако дипольных противорадиолокационных отражателей в нежелательном направлении. Кроме того, многие образцы современных ракет оборудованы системами противодействия, которые фиксируются на исходной цели.

В США существующие и разрабатываемые технологии снижения (управления) заметности относятся руководством Министерства обороны страны к числу критических, т.е. являющихся наиболее важными при проведении опытно-конструкторских работ по созданию перспективных малозаметных образцов ВВСТ. В значительной степени информация подтверждается данными Перечня критических военных технологий и перспективных направлений исследований и разработок МО США (Military Critical Technologies List – MCTL 2014). Так, в структуре данного Перечня отдельно выделена технологическая группа «технологии управления заметностью» (Signature Control Technology), включающая тематические направления «технологии снижения заметности» (Low Observable Technologies), «технологии обнаружения малозаметных целей» (Counter Low Observable Technologies) и «технологии интеграции» (System Integration Technologies) [7].

Анализ содержания указанных тематических направлений показал, что основные усилия американских разработчиков в области снижения (управления) заметности ВВСТ направлены на:

- снижение заметности самолетов, вертолетов, БЛА и совершенствование их конструкций;
- управление заметностью и повышение живучести средств наземного, морского и космического базирования ВВСТ;
- исследование и разработку перспективных материалов для снижения заметности, а также специальных функциональных материалов;
- развитие пассивных систем поиска и обнаружения (РЛС, гидроакустических систем и др.);
- развитие средств электронной и тепловой защиты, а также средств оптико-электронного противодействия.

Совокупность мер по комплексному снижению заметности ВВСТ целесообразно рассмотреть на примере наиболее привлекаемого в последние десятилетия в военных операциях США и стран НАТО вида вооруженных сил – военно-воздушных сил.

К настоящему времени наиболее многочисленным, многоцелевым и практически единственным видом боевой авиации ВС многих зарубежных государств является тактическая авиация. На нее возлагаются задачи по завоеванию и удержанию превосходства в воздухе, высокоскоростному прорыву зон ПВО противника, изоляции районов боевых действий, непосредственной авиационной поддержке сухопутных войск, ведению тактической воздушной разведки и др.

Одними из основных требований, предъявляемых к разработке и созданию самолетов тактической авиации ведущих зарубежных стран, являются малозаметная аэродинамическая компоновка и внутренняя подвеска вооружения с целью обеспечения снижения демаскирующих признаков применения данного вида авиации.

Необходимо подчеркнуть, что руководства ВВС ВЗС относят снижение демаскирующих признаков во всех диапазонах длин волн к приоритетной задаче, решение которой должно

обеспечить разрабатываемым и перспективным самолетам тактической авиации ряд важных преимуществ в ходе действий против технически оснащенного противника.

Снижение показателей заметности предполагает комплексный подход и достигается решением ряда проблем в области материаловедения, аэродинамики, создания силовых установок, бортового радиоэлектронного оборудования (прежде всего, активных прицельно-навигационных комплексов), управляемых авиационных средств поражения и др. Наиболее полно такой подход реализуется в США как стране, обладающей наибольшим среди ВЗС научно-технологическим заделом и потенциалом в данной области.

Так, в ВВС США в силовых схемах планеров современных многоцелевых самолетов — F-22A, а также модификаций поступающего на вооружение истребителя F-35 — широко использованы радиопоглощающие и радиопрозрачные композитные материалы. Более того, основной вариант боекомплекта данных самолетов располагается во внутренних отсеках вооружения, но при этом имеется возможность размещения оружия и на внешних пилонах.

На самолетах четвертого и 4+ поколения в целях снижения эффективной поверхности рассеивания при модернизации предполагается использовать конформные и/или подвесные контейнеры вооружения (рис. 7), которые также позволят увеличить их радиус действия [8, 9].



Рис. 7. Многоцелевой истребитель F/A-18E/F «Эдванст Супер Хорнет» с конформными топливными баками и подвесным контейнером для внутреннего размещения оружия

В частности, на рис. 7 конформные топливные баки многоцелевого истребителя F/A-18E/F расположены над крылом вплотную к фюзеляжу. Аэродинамическая форма конформных баков сделана таким образом, что практически не добавляет лобового сопротивления самолету, однако истребитель теряет возможность быстрого преодоления звукового барьера из-за увеличивающегося волнового сопротивления. Такое усовершенствование позволит самолетам F/A-18E/F брать на борт дополнительные 3950 литров топлива.

На рис. 8 представлена конструкция и варианты подвески ракетно-бомбового вооружения в подвесном контейнере самолета F/A-18E/F «Эдванст Супер Хорнет».

Малозаметный универсальный подвесной контейнер изготовлен из специальных радиопоглощающих материалов и покрытий, а также представлен острыми ребрами без прямых углов, уводящими часть непоглощенного радиолокационного излучения в пространство. Недостаток — снижение скорости и потеря маневренности многоцелевого истребителя вследствие аэродинамического сопротивления контейнера.

В США в целях снижения радиолокационной и тепловой заметности тактической авиации также создаются беспилотные летательные аппараты (БЛА) с использованием нетрадиционных бескилевых аэродинамических схем (рис. 9) [10, 11].

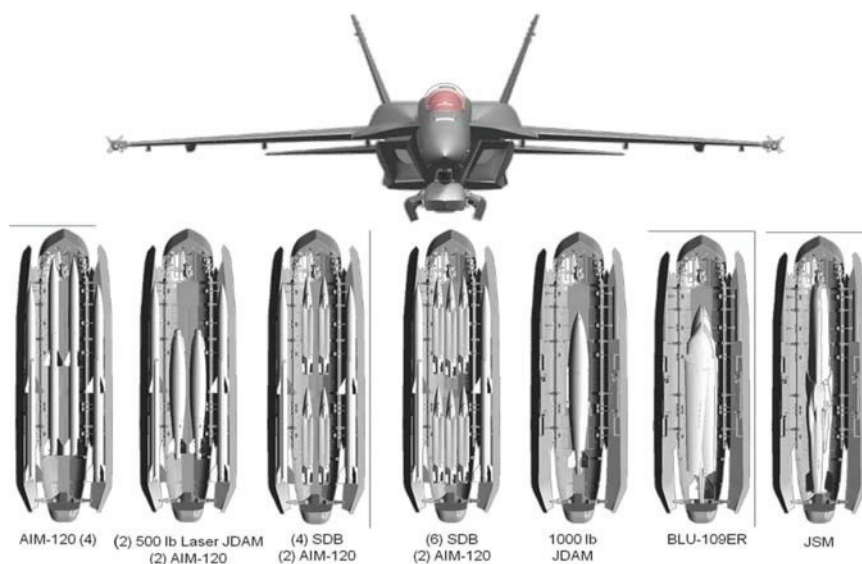


Рис. 8. Конструкция и варианты подвески ракетно-бомбового вооружения в подвесном контейнере самолета F/A-18E/F



Рис. 9. Реализация нетрадиционных бескилевых аэродинамических схем при создании экспериментальных боевых БЛА X-47B (слева) и «Фантом Рэй» (справа)

Результаты американских исследований показывают, что самолет или БЛА, построенный по схеме с уменьшенным или отсутствующим вертикальным оперением, имеет сниженные показатели заметности в видимом и радиолокационном диапазонах, что повышает вероятность успешного перехвата воздушных целей. Кроме того, конструктивное расположение выходных сопел позволяет рассеивать тепловое излучение в верхней полусфере.

Перспективные комплексы бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) самолетов пятого и следующего поколений в дополнение к традиционным для бортовых многофункциональных комплексов истребителей четвертого и 4+ поколений функциям должны обеспечивать, в том числе, и автоматическое управление режимами излучения бортовых радиоэлектронных средств, включая обеспечение режима малой заметности.

В области расширения номенклатуры применяемых управляемых авиационных средств поражения (УАСП) различного назначения разрабатываемые средства совместно с ком-

плексом БРЭО должны обеспечивать скрытное и оперативное обнаружение целей, а также высокую скрытность факта применения УАСП.

Таким образом, в области авиационных ВВСТ можно выделить следующие основные научно-технические проблемы (направления) комплексного снижения заметности:

- разработка, проектирование и создание новых конструкций силовых схем планеров перспективных самолетов с целью снижения оптической, инфракрасной и радиолокационной заметности;
- развитие технологий в области создания композитных материалов (на основе титановых матриц, керамических матричных композитов, технологий гибридных материалов и т. п.);
- разработка новых широкополосных радиопоглощающих покрытий и материалов (в том числе и конструкционных);
- расположение воздухозаборников, двигателей и выходных сопел самолета или БЛА на верхней поверхности крыла (над фюзеляжем);
- проектирование и разработка особых форм сопел, формирующих «плоскую» струю для скорейшего охлаждения продуктов горения;
- проектирование и оптимизация внутренних отсеков вооружения;
- разработка и использование конформных топливных баков вместо подвесных, увеличивающих ЭПР;
- разработка малозаметных универсальных подвесных контейнеров вооружения, способных размещать различную ракетно-бомбовую нагрузку;
- разработка нетрадиционных бескилевых аэродинамических схем летательных аппаратов;
- управление режимами излучения бортовых радиоэлектронных средств с целью обеспечения режима малой заметности;
- разработка управляемых авиационных средств поражения, способных совместно с комплексом БРЭО самолета обеспечивать скрытное и оперативное обнаружение целей;
- обеспечение высокой скрытности факта применения управляемых авиационных средств поражения.

В заключении стоит отметить, что в полной мере результаты и достижения, полученные при создании малозаметных самолетов пятого и модернизации самолетов четвертого поколения, будут реализованы в многоцелевых истребителях следующего шестого поколения. Исследования по определению концептуального облика и выработке оперативно-технических требований к таким малозаметным самолетам начаты МО США и ведущими американскими авиастроительными фирмами, в том числе «Боинг», «Локхид-Мартин» и «Нортроп Грумман» (рис. 10 и 11) [12, 13].



Рис. 10. Варианты концептуального облика малозаметного многоцелевого истребителя шестого поколения компании «Боинг»



Рис. 11. Варианты концептуального облика малозаметного многоцелевого истребителя шестого поколения компании «Нортроп Грумман»

Руководство МО США, планируя к 2030 г. разработать малозаметный многоцелевой истребитель шестого поколения, поручило Управлению перспективных исследовательских проектов (DARPA) совместно с ВВС и ВМС провести уточнение концепции такого самолета в рамках инициативы по обеспечению превосходства в воздухе (Air Dominance Initiative) [14]. Анализ данной инициативы, а также концепций ведущих авиастроительных компаний США показал, что характерными особенностями самолетов шестого поколения в области комплексного снижения заметности будет большинство перечисленных выше направлений (научно-технических проблем).

Статья выполнена в ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по результатам работ в рамках Государственного задания по проекту № 2.4260.2017/НМ.

Список литературы

1. Керков В.Г., Воронов В.А., Понькин В.А., Ярыгин А.П. Состояние и перспективы снижения заметности вооружения и военной техники / Материалы всероссийской военно-научной конференции «Проблемы и перспективы развития системы РЭБ Российской Федерации». ФГНИИЦ РЭБ ОЭСЗ Минобороны России. 2005 г.
2. Visby Class, Sweden. Available at: <http://www.naval-technology.com/projects/visby>.
3. America's Navy. Navy's Most Advanced Warship, USS Zumwalt Commissions in Baltimore. 2016. Available at: http://www.navy.mil/submit/display.asp?story_id=97195.
4. Air Force Plans to Engineer New F-22 Sensor Targeting Technology. Available at: <http://www.scout.com/military/warrior/story/1612527-air-force-f-22-will-get-new-targeting-sensors>.
5. Is Poland's Stealthy PL-01 The Tank Of The Future? Available at: <http://foxtrotalpha.jalopnik.com/is-polands-stealthy-pl-01-the-tank-of-the-future-1554395391>.
6. «Stealth coatings technology section» (Доклад французской компании «LPRL» о проводящихся исследованиях и разработках покрытий снижающих заметность в инфракрасном и радиолокационном диапазонах длин волн). Available at: www.lprl.org.
7. Department of Defense. Military Critical Technologies List (MCTL), January 2014.
8. Super Hornet Conformal Fuel Tanks. August 26, 2016. Available at: <http://navy-matters.blogspot.ru/2016/08/super-hornet-conformal-fuel-tanks.html>.
9. Semi-Stealth «Advanced Super Hornet» Completes First Phase of Test Flights. Aug 30, 2013. Available at: http://defense-update.com/20130830_semi-stealth-advanced-super-hornet-completes-first-phase-of-test-flights.html.

10. Daily Mail. «U.S. Navy 'stealth drone' takes to the sea for tests: The autonomous X-47B is hoped to be first carrier-borne unmanned aircraft». 29 November 2012. Available at: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2240394/X-47B-stealth-drone-hoped-carrier-borne-unmanned-aircraft.html>.

11. Boeing X-45C Phantom Ray UCAV Stealth «First Flight» Edwards AFB HD. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=mDdi00nfBVU>.

12. Aviation Week. «Meet Boeing's Latest Next-Gen Fighter Concept». Nov 1, 2016. Available at: <http://aviationweek.com/blog/meet-boeings-latest-next-gen-fighter-concept>.

13. Breaking Defense. «Northrop Unveils Sixth Gen Fighter Concept». December 14, 2015. Available at: <http://breakingdefense.com/2015/12/northrop-unveils-sixth-gen-fighter-concept>.

14. Defense News. «New Budget Will Feature 6th Gen Fighter». Paul McLeary. January 28, 2015. Available at: <http://www.defensenews.com/story/defense/air-space/strike/2015/01/28/sixth-generation-fighter-2016-budget/22477329>.

References

1. Kerkov V.G., Voronov V.A., Ponkin V.A., Yarygin A.P. (2005) *Sostoyanie i perspektivy snizheniya zametnosti vooruzheniya i voennoy tekhniki* [State and prospects of reducing the visibility of weapons and military equipment] *Materialy vserossiyskoy voenno-nauchnoy konferentsii «Problemy i perspektivy razvitiya sistemy REB Rossiyskoy Federatsii». FGNIITs REB OESZ Minoborony Rossii* [Proceedings of the All-Russian Military Scientific Conference «Problems and Perspectives of Development of the RES (Radio-Electronic Security) System of the Russian Federation» Federal State Establishment «Federal State Research Testing Center of Electronic Warfare and Evaluation of the Effectiveness of Reducing the Wmse visibility» of the Ministry of Defence of the Russian Federation].

2. Visby Class, Sweden. Available at: <http://www.naval-technology.com/projects/visby>.

3. America's Navy. Navy's Most Advanced Warship, USS Zumwalt Commissions in Baltimore. 2016. Available at: http://www.navy.mil/submit/display.asp?story_id=97195.

4. Air Force Plans to Engineer New F-22 Sensor Targeting Technology. Available at: <http://www.scout.com/military/warrior/story/1612527-air-force-f-22-will-get-new-targeting-sensors>.

5. Is Poland's stealthy PL-01 the tank of the future? Available at: <http://foxtrotalpha.jalopnik.com/is-polands-stealthy-pl-01-the-tank-of-the-future-1554395391>.

6. «Stealth coatings technology section». The report of the French company «LPRL» – research and development coatings reduce visibility in the infrared and radar ranges of wavelengths. Available at: www.lprl.org.

7. Department of Defense. Military Critical Technologies List (MCTL), January 2014.

8. Super Hornet Conformal Fuel Tanks. August 26, 2016. Available at: <http://navy-matters.blogspot.ru/2016/08/super-hornet-conformal-fuel-tanks.html>.

9. Semi-Stealth «Advanced Super Hornet» Completes First Phase of Test Flights. Aug 30, 2013. Available at: http://defense-update.com/20130830_semi-stealth-advanced-super-hornet-completes-first-phase-of-test-flights.html.

10. Daily Mail. «U.S. Navy 'stealth drone' takes to the sea for tests: The autonomous X-47B is hoped to be first carrier-borne unmanned aircraft». 29 November 2012. Available at: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2240394/X-47B-stealth-drone-hoped-carrier-borne-unmanned-aircraft.html>.

11. Boeing X-45C Phantom Ray UCAV Stealth «First Flight» Edwards AFB HD. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=mDdi00nfBVU>.

12. Aviation Week. «Meet Boeing's Latest Next-Gen Fighter Concept». Nov 1, 2016. Available at: <http://aviationweek.com/blog/meet-boeings-latest-next-gen-fighter-concept>.

13. Breaking Defense. «Northrop Unveils Sixth Gen Fighter Concept». December 14, 2015. Available at: <http://breakingdefense.com/2015/12/northrop-unveils-sixth-gen-fighter-concept>.

14. Defense News. «New Budget Will Feature 6th Gen Fighter». Paul McLeary. January 28, 2015. Available at: <http://www.defensenews.com/story/defense/air-space/strike/2015/01/28/sixth-generation-fighter-2016-budget/22477329>.