

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЕ ПОЛЕ УДАРНОГО КОМПЛЕКСА И НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОНОЦЕЛЕВОЙ ОБСТАНОВКИ ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАРУБЕЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ

К.В. Епишин, нач. отдела ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. техн. наук, доц.,
epishin@extech.ru

Д.В. Зернюков, зам. дир. центра ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, *d255@yandex.ru*

Д.Б. Изюмов, вед. науч. сотр. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, *izumov@extech.ru*

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

Д.С. Миронова, ст. науч. сотр. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, *mahmutova@extech.ru*

В статье рассмотрены современные и перспективные бортовые авиационные системы формирования картины фоноцелевой обстановки по материалам зарубежных источников.

Ключевые слова: фоноцелевая обстановка, совместное целеуказание, объединенная система целеуказания, управление театром военных действий.

INFORMATION-CONTROL FIELD OF THE IMPACT COMPLEX AND SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL TRENDS IN SITUATION MODELLING OF THE FLIGHT ON FOREIGN INFORMATION SOURCES

K.V. Epishin, Head of Department, SRI FRCEC, Doctor of Engineering, Assistant Professor, *epishin@extech.ru*

D.V. Zernykov, Deputy Director of Centre, SRI FRCEC, *d255@yandex.ru*

D.B. Izumov, Leading researcher SRI FRCEC, *izumov@extech.ru*

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

D.S. Mironova, Senior researcher SRI FRCEC, *mahmutova@extech.ru*

The article describes the current and future on-board aircraft systems forming target environment picture of the situation based on foreign sources.

Keywords: target environment, collaborative targeting, joint environmental toolkit, theater battle management.

Список сокращений

БДФЦО – банк данных фоноцелевой обстановки

БРЭО – бортовое радиоэлектронное оборудование

ВВС – военно-воздушные силы

ВЗС – ведущие зарубежные страны

ВТО – высокоточное оружие

ГСН – головка самонаведения

ЕИРП – единое информационно-разведывательное поле

ИК – инфракрасный

ИЛС – индикатор на лобовом стекле

ИУП – информационно-управляющее поле

КРНС – космическая радионавигационная система

МФД – многофункциональные дисплеи

МФИ – многофункциональные индикаторы

МЭМС – микро-электромеханические системы

НСЦОИ – нашлемная система целеуказания и отображения информации

ОЭС – оптико-электронная система

РЛ – радиолокационный

РЛС – радиолокационная станция

РУС – ручка управления самолетом

ТВД – театр военных действий

УПЗ – угол поля зрения

ФЦО – фоноцелевая обстановка

CAVE (Complete Audio-Video Environments) – полная визуально-звуковая обстановка

AMLCD (Activ Matrix Liquid Crystal Display – Activ Matrix LCD) – активная жидкокристаллическая матрица

Big Picture – это специальный цифровой режим дисплея, сопряженный с органами управления в кабине самолета.

Введение

Одним из приоритетных направлений стратегического развития науки и технологий в интересах Военно-воздушных сил (ВВС) является создание единого информационно-разведывательного поля (ЕИРП). Характерной чертой ЕИРП является своевременное обеспечение экипажа воздушного судна максимально полной и актуальной информацией о фоноцелевой обстановке (ФЦО), необходимой для выполнения полетного задания.

В настоящее время повышение эффективности оптико-электронных систем (ОЭС) напрямую связывается с увеличением их чувствительности и разрешающей способности. Одновременно с увеличением чувствительности каналов ОЭС снижается их помехозащищенность, поскольку возрастает вклад фоновых и организованных помех, на фоне которых необходимо выделять пороговые сигналы от целей [1].

В статье рассмотрены современные и перспективные бортовые системы (оптические, тепловизионные, радиолокационные и др.) формирования цифровых изображений о ФЦО по материалам зарубежных источников.

Характеристики фоноцелевой обстановки

Под ФЦО следует понимать совокупность условий наблюдения, характеризующихся заданными статическими и динамическими свойствами объектов, фона, освещения, атмосферы, устройств формирования и передачи изображений. Алгоритмы слежения за объектами имеют широкий спектр применения в военной технике.

Источником полезного сигнала является излучение реального объекта (цели).

Источниками шумов могут служить:

- излучения ложных целей;
- собственное излучение оптической системы;
- шум приемника и усилителя сигнала, флуктуации параметров элементов ОЭС.

Задачи выделения целевой информации об объектах решаются в следующих направлениях:

- детальный анализ целевых объектов на радиолокационных (РЛ) изображениях с целью адекватного представления их свойств;
- оптимальные численные оценки данных свойств;
- автоматизированное распознавание целевых объектов по численным оценкам заданных свойств. На всех этапах решения задач в том или ином виде используется банк данных фоноцелевой обстановки (БДФЦО).

Основные средства информационно-разведывательного обеспечения применения высокоточного оружия в США

В качестве основных средств информационно-разведывательного обеспечения применения высокоточного оружия (ВТО) в США используются космические и, в более ограниченном объеме, воздушные (авиационные) системы видовой разведки.

Группировка космической видовой разведки США включает в себя спутники оптоэлектронной и радиолокационной разведки, спутники-ретрансляторы и развитую высокопроизводительную наземную инфраструктуру.

Общее развитие разведывательных космических систем США осуществляется в направлении обеспечения глобального, всепогодного, непрерывного контроля деятельности вооруженных сил вероятного противника с возможностью непосредственной передачи данных различным органам военного управления. Значительные усилия предпринимаются в области разработки аппаратуры гиперспектральной съемки, радиолокационных станций обнаружения движущихся целей и методов высокоточного определения их координат.

Перспективная система малогабаритных спутников видовой разведки с аппаратурой гиперспектральной съемки и радиолокационные станции (РЛС) с синтезированием апертуры обеспечит всепогодное обнаружение мобильных и замаскированных целей при высокой частоте просмотра заданного района и вне зависимости от технического состояния отдельных спутников.

Министерство обороны США планирует также интегрировать в космическую систему сбора видовой информации существующие и перспективные коммерческие спутники съемки земной поверхности с высоким разрешением (около 1 м).

В последние годы к решению задач информационного обеспечения применения высокоточного оружия в дополнение к орбитальной группировке привлекаются малоразмерные спутники (малые – массой до 1 т и миниспутники – массой 100–500 кг).

Информационно-управляющее поле ударного комплекса ВВС

Эволюция компоновки приборных панелей кабин самолетов ведущих зарубежных стран

На рис. 1 представлена эволюция компоновки приборных панелей кабин многоцелевых истребителей различных поколений, формирующих информационно-управляющее поле (ИУП) самолета и в конечном итоге ФЦО для летчика.

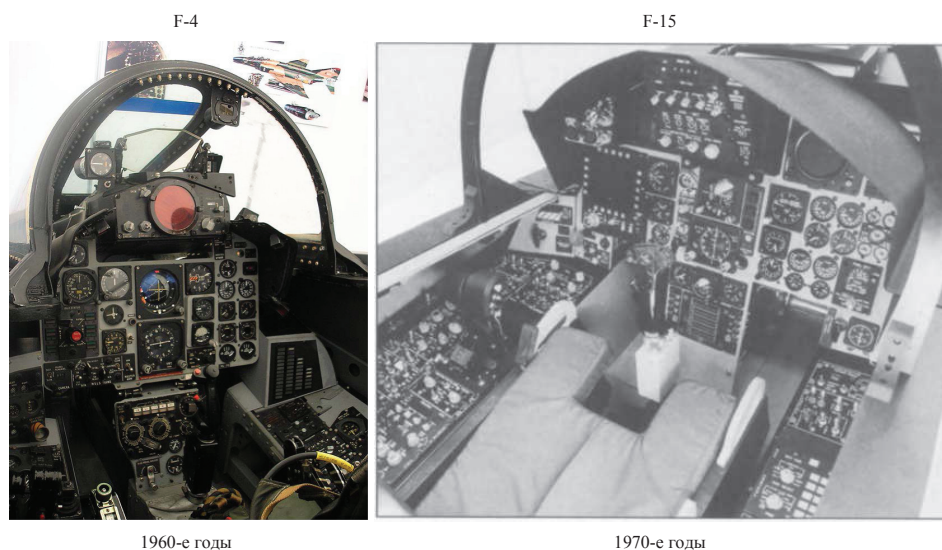


Рис. 1. Эволюция компоновки приборных панелей кабин многоцелевых истребителей различных поколений

ИУП формируется под конкретную задачу. Для визуализации могут применяться:

- многофункциональные индикаторы (дисплеи) МФИ (МФД);
- индикатор на лобовом стекле (ИЛС);
- нашлемный индикатор и т. п.

Режим соответствующего индикатора формируется под текущую задачу: полет по маршруту, разведка, перехват, пуск ракеты, бомбометание, стрельба и т. д.

Некоторые характеристики и новые технические решения в конструировании кабин:

- угол поля зрения ИЛС возрос с 10 до 30°;
- концепция HOTAS (Hands On Throttle And Stick), в соответствии с которой наиболее часто используемые органы управления размещаются на ручке управления самолетом (РУС) или ручке управления двигателями (РУД);
- улучшение характеристик и интеграция в комплекс бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) наשלемных систем целеуказания и отображения информации (НСЦОИ) и систем управления голосом.

Основные самолеты тактической авиации поколения 4+ и 5

Основными самолетами тактической авиации поколения 4+ и 5, состоящими на вооружении ВВС, являются: EF2000 «Тайфун» (Великобритания, ФРГ, Италия и Испания); «Рафаль» (Франция); F/A-18E, F «Супер Хорнет» (США); F-22A «Раптор» (США); семейство самолетов F-35 «Лайтнинг II» (США и Великобритания).

Анализ кабин рассматриваемых самолетов позволяет определить как общие черты облика и тенденции развития ИУП, так и особенности в принципах построения ИУП кабины, присущие новейшему самолету F-35. В построении ИУП кабин таких самолетов, как EF2000, «Рафаль», F/A-18E и F-22A, просматривается концепция кабины с монокулярной НСЦОИ и углом поля зрения (УПЗ) 20–30°, ИЛС с УПЗ 10–20°, бортовой экспертной системой принятия решений, голосовым управлением и использованием тактильной технологии определения координат точки, указанной летчиком на дисплее (точность не менее 0,6 см), а ИУП кабины самолета F-35 относится к реализации концепции «Big Picture».

Характерной чертой ИУП кабины современных самолетов тактической авиации является использование концепции многоэкранной системы индикации. Эта концепция базируется на использовании одного-двух индикаторов для отображения информации при наблюдении летчиком закабинной обстановки и двух-четырех основных МФД, расположенных на приборной панели кабины.

Второй общей чертой ИУП самолетов EF2000, «Рафаль», F/A-18E и F-22A является рост как суммарной площади МФД в составе ИУП, так и площади экрана отдельного МФД. Для более ранних разработок – самолетов 4+ поколения (EF2000, «Рафаль», F/A-18E) рост общей площади экранов средств отображения информации был достигнут в основном в результате увеличения числа МФД при замене основных электромеханических пилотажных приборов на резервные, имеющие меньшие размеры лицевых частей.

Для самолетов США пятого поколения (F-22A и F-35) произошел резкий (более чем в 2 раза по сравнению с предшествующими самолетами) прирост общей площади экранов средств отображения информации, который был достигнут за счет использования МФД, а также полной замены группы резервных электромеханических приборов МФД. При этом число основных МФД на самолете F-35 сократилось до двух (в дальнейшей перспективе, вероятно, до одного) с сохранением возможности одновременного представления всех независимых индикационных картин, необходимых летчику для данного этапа полета или выполнения боевой задачи.

Облик кабины многоцелевого самолета тактической авиации в долгосрочной перспективе (2025–2030 гг.)

В долгосрочной перспективе (2025–2030 гг.) облик кабины многоцелевого самолета тактической авиации может включать:

- бинокулярную НСЦОИ с УПЗ 50–90°;
- систему голосового управления;
- систему с использованием тактильной технологии определения координат точки, указанной летчиком на дисплее (точность не хуже 0,3 см);

- подсистему принятия решений с искусственным интеллектом;
- широкоформатный МФД площадью не менее 1500–2000 см².

Отсутствие индикатора на лобовом стекле будет компенсироваться бинокулярной НСЦОИ. Для перспективных кабин экипажа воздушного судна в соответствии с концепцией CAVE (Complete Audio-Video Environments) является обязательным наличие отображения полной визуально-звуковой обстановки. Также в собственных программах руководство ВВС ведущих зарубежных стран (ВЗС) изучают возможности использования и эффективность применения 3D-дисплеев предупреждения об угрозе на основе технологий голографического видео. Данный интегрированный комплекс оборудования перспективного многоцелевого самолета тактической авиации позволит сформировать высококачественное информационно-управляющее поле кабины летчика с целью моделирования широкой ФЦО на театре военных действий (ТВД).

Так, ИУП самолета F-22A (рис. 1) включает ИЛС и шесть дисплеев, выполненных по технологии активных жидкокристаллических матриц AMLCD (Activ Matrix Liquid Crystal Display – Activ Matrix LCD):

- основной цветной многофункциональный плоскостельный дисплей (размер экрана: 20,3×20,3 см, разрешающая способность: 640×640 пикселей);
- три вспомогательных цветных многофункциональных плоскостельных дисплея (размер экрана: 15,7×15,7 см, разрешающая способность: 512×512 пикселей);
- два двухцветных дисплея, расположенных в верхней части приборной панели (размер экрана: 10×7,4 см, разрешающая способность: 240×320 пикселей) [3].

Все индикаторы являются многофункциональными, летчик может выбрать различный формат для каждого из них. Информация может легко передаваться с одного индикатора на другой в случае отказа одного из них. Кроме этого летчик самолета F-22A снабжен нашлемной системой целеуказания и отображения информации.

Задачи и научно-технологические аспекты моделирования ФЦО

В чистом виде задача моделирования или отслеживания ФЦО не ставится. Ее постановка корректна только применительно к разработке систем и средств в интересах использования оружия и управления войсками (силами), развернутыми на театрах войны.

Существующие или разрабатываемые технологии, учитываемые при моделировании сложной ФЦО, относятся Министерством обороны США к числу критических, т. е. являющихся наиболее важными при проведении опытно-конструкторских работ по созданию перспективных средств разведки и целеуказания для высокоточных средств поражения. В значительной степени информация подтверждается данными Перечня критических военных технологий Министерства обороны США (Militarily Critical Technologies List – MCTL 2014) [3].

Моделирование ФЦО в США проводится в интересах следующих основных технологических областей:

1. Разработка компонентов для перспективных недорогих высокоточных автономных всепогодных головок самонаведения (ГСН) нового поколения. Создание несканирующих лазерных ГСН, работающих в нескольких диапазонах длин волн.
2. Создание надежной, высокоточной, малогабаритной и недорогой помехозащищенной системы наведения оружия, способной функционировать в условиях динамично изменяющейся полетной обстановки в комплексе с помехозащищенной космической радионавигационной системой (КРНС). Разработка малогабаритной комплексной (КРНС + ИНС) навигационной системы на основе технологии микро-электромеханических систем (МЭМС).
3. Разработка перспективных оптических и цифровых процессоров, алгоритмов обнаружения, классификации и идентификации целей, а также новых методов обработки сигналов и изображений для перспективных многорежимных и многоспектральных ГСН.

4. Разработка перспективных предохранительно-исполнительных механизмов и акселерометров для взрывателей на основе технологий МЭМС. Разработка ударопрочных, с пониженным потреблением энергии детекторов многофункциональных взрывателей, рассчитанных на скорость встречи с целью 1220 м/с.

5. Изготовление основных компонентов неконтактного взрывателя нового поколения, который может выполнить опознавание цели при наличии листвы, дождя, уголковых отражателей, электронного противодействия и электромагнитной интерференции.

Реализуемая в США концепция сетевого управления силами и средствами на ТВД нацелена в том числе на возможность быстрого перенацеливания средств поражения в реальном масштабе времени, что также требует разработки адекватных моделей ФЦО, в частности, моделей многодатчиковой интеграции. В основу работ положены принципы объединения и комплексирования информации и ее обработки в реальном масштабе времени.

В ходе моделирования ФЦО и натурных экспериментов были определены необходимые условия реализации сетевого управления силами и средствами на ТВД, а также наведения средств поражения:

1. Применение волоконно-оптических линий связи для передачи сигналов от антенны в подсистему обработки данных и команд управления от подсистемы управления к периферийным устройствам для увеличения скорости и объема передаваемых данных.

2. Применение устройств обработки сигналов и подсистем управления работой РЛС на основе нанотехнологий и более совершенных электронно-оптических устройств (адаптивных дисплеев).

3. Применение многопозиционных РЛС наземного, воздушного, космического и смешанного вариантов базирования, использующих зондирующие сигналы штатных РЛС, постановщиков активных помех противника, различных радиотехнических систем.

4. Развитие технологий оптико-электронных средств, направленных на разработку: интегрированных решеток инфракрасного (ИК) диапазона со специальными модулями и многоэлементными приемниками; малогабаритных многоэлементных многоцветных широкоапертурных детекторов, размещаемых в фокальной плоскости оптической системы; ИК-датчиков длинноволнового диапазона с фотоприемниками, не требующими охлаждения; многоспектральных многоэлементных сканирующих или широкоапертурных фотоприемников.

5. Создание всех систем и средств разведки и наблюдения с учетом требования обеспечения работы в масштабе времени, близком к реальному, с разработкой единых архитектур, стандартов и протоколов обмена данными.

6. Создание необходимых широкополосных каналов связи различного типа и адаптивной коммутации.

7. Приоритетное развитие космических и авиационных систем наблюдения в оптическом и радиолокационном диапазонах, создание активных оптических средств наблюдения на основе применения лазеров.

8. Широкое использование высотных и средневысотных тактических, оперативно-тактических и стратегических беспилотных летательных аппаратов большой продолжительности полета (более 24 ч) для обеспечения непрерывного ИУП, радио- и радиотехнической разведки, ретрансляции данных.

9. Создание универсальных мобильных станций приема и обработки данных от различных видов разведки.

10. Широкое использование коммерческих средств дистанционного зондирования Земли из космоса для слежения за обстановкой.

11. Развитие активного гидроакустического тракта обнаружения с широким применением многопозиционных систем подсветки целей.

Ряд технологий систем управления и наведения включает в себя критичные для их практической реализации элементы, основанные на разработке нового программного обеспечения, позволяющего осуществлять ситуационное моделирование непосредственно в системах, комплексах, а в отдельных случаях непосредственно в самих средствах поражения. Главным образом это касается улучшенных алгоритмов обнаружения, сопровождения и классификации большого количества целей.

Моделирование ФЦО является неотъемлемой частью автоматизированных систем управления крылатыми ракетами в режиме патрулирования и освещения обстановки в районе цели, а также реализации концепции разведывательных снарядов, обеспечивающих доставку разведывательных датчиков в тыл противника для наблюдения за объектами и передачи информации на огневые средства и непосредственно на средства поражения.

Заключение

Анализ технологий Министерства обороны США позволяет выявить основные направления моделирования как самой ФЦО, так и моделирования функционирования тех или иных технических систем или образцов вооружения:

1. Моделирование и имитация РЛ- и ИК- датчиков (моделирование и имитация режимов формирования луча диаграммы направленности, в том числе многолучевые диаграммы и доплеровской обработки сигналов, интерферометрии, моноимпульсных режимов измерения угла диаграммы направленности). Моделирование РЛ-датчиков со стабильными частотными характеристиками в широком диапазоне температур.

2. Экспериментально проверенные модели и связанные с ними базы данных различных целей, с многоспектральными или гиперспектральными портретами их теплового излучения с учетом оценки их повреждений или коррелированной оценки уязвимости и реакции боеприпаса на изменение их характеристик.

3. Моделирование и базы данных магнитных сигнатур различных типов морских целей. Моделирование и имитация минного оружия, включая показатели результативности и летальности кумулятивных зарядов и боевых частей в подводной среде.

4. Моделирование и имитация сложных рельефов, характеристик взрывателей в режиме переменного упреждения при подходе боеприпаса к определенной точке.

5. Моделирование условий для мультиспектральной и поляризационной фильтрации при селекции целей с высоким разрешением в сложных условиях окружающей среды, преднамеренных помех и сложной целевой обстановки.

6. Моделирование и имитация сложных взаимодействий между несколькими боевыми системами и условий окружающей среды с заданной точностью и скоростью передачи данных для обеспечения режима реального времени в интегрированных системах ситуационной осведомленности о ходе боевых действий.

7. Моделирование сил и средств ведения боевых действий или ситуаций в имитируемых условиях. Моделирование и имитация электромагнитной обстановки.

8. Экспериментально апробированные статистические модели наземных целей в сложных условиях помех, алгоритмы обработки радиолокационных изображений целей сложной геометрии, анализа помеховой обстановки, методы компенсации движения носителя.

9. Экспериментально апробированные и имитационно смоделированные характеристики распространения и рассеяния лазерного излучения для распознавания типов целей или объектов в широком диапазоне атмосферных условий.

Статья подготовлена по материалам научно-исследовательской работы, выполненной ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ по заданиям № 2.46.2016/НМ и № 2.39.2016/НМ Минобрнауки России на выполнение работ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

Список литературы

1. Militarily Critical Technologies List – MCTL Under Secretary of Defense, Acquisition, Technology and Logistics Pentagon, VA, 2014.
2. Defense Technical Information Center. Available at: <http://www.dtic.mil>.

References

1. (2014) Militarily Critical Technologies List MCTL Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology and Logistics Pentagon, VA.
2. Defense Technical Information Center. Available at: <http://www.dtic.mil>.