

Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь

**8-я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОБЛЕМАМ,
ПРОБЛЕМАМ ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ,
ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ДВОЙНОГО
ПРИМЕНЕНИЯ**

(Минск, 16–17 мая 2019 г.)

Сборник научных статей

В пяти частях

Часть 5

Минск
«Лаборатория интеллекта»
2019

УДК 623(082)
ББК 68.8я43
В76

В76 8-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения (Минск, 16–17 мая 2019 г.) : сборник научных статей. В 5 ч. Ч. 5 / Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь. – Минск : Лаборатория интеллекта, 2019. – 100 с.

ISBN 978-985-90490-9-5.

DOI: 10.31882/978-985-90490-9-5.

В сборник включены материалы 8-й Международной конференции по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения (16–17 мая 2019 г., Минск, Беларусь), на которой представлены доклады по военно-техническим аспектам обороны и безопасности, теории вооружения и военной техники, перспективным решениям создания, модернизации и утилизации ВВТ, а также использованию технологий двойного применения.

**УДК 623(082)
ББК 68.8я43**

**ISBN 978-985-90490-9-5 (ч. 5)
ISBN 978-985-90490-4-0**

© Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь, 2019
© Оформление. ООО «Лаборатория интеллекта», 2019

СЕКЦИЯ «ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ,
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ВОЙСКАМИ И ОРУЖИЕМ»

АПОРОВИЧ В. А., ВАСКОВСКАЯ Л. Ф., ГРИЩЕНКОВ М. Л., ДУДКО В. С. РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКЕ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВОЙСК	6
АПОРОВИЧ В. А., ДУДКО В. С., МИНОВ А. И. ХАРАКТЕРИСТИКА АЛГОРИТМОВ ОПТИМИЗАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ И ОТМЕТОК	8
БАБКЕВИЧ А. В., КАШКАН В. А., КОСЕНКО А. Д., КОЛЬЧЕВСКАЯ И. Н., КОЛЬЧЕВСКАЯ М. Н., МАЛАХОВСКИЙ Е. А., МАТУСЕВИЧ А. Г., ПЕТРОВ П. В., КОЛЬЧЕВСКИЙ Н. Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАДРОКОПТЕРОВ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ КАРТ И УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА	9
БУЛОЙЧИК В. М., МАСТЫКИН А. Л. ПРИМЕНЕНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА К ИССЛЕДОВАНИЮ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ	12
ВЫГОВСКИЙ Г. Р., ОХРИМЕНКО И. П., БОБРОВ Д. В., СПИРИДОНОВ А. А., САЕЧНИКОВ В. А., ПЕТРОВ П. В., КОЛЬЧЕВСКИЙ Н. Н. BSUSAT.COM ВЕБ-СЕРВЕР ПРИЕМА ДАННЫХ ТЕЛЕМЕТРИИ БЕЛОРУССКОГО НАНОСПУТНИКА BSUSAT-1	14
ВЫСОЦКИЙ Д. В., МИХНЁНОК Е. И., ЛИПЛЯНИН А. Ю., БЕЛЫЙ А. С., ХИЖНЯК А. В. СОПРЯЖЕНИЕ СИМУЛЯТОРА «DIGITAL COMBAT SIMULATOR» С КСА 7В800 «СПРУТ» В КАЧЕСТВЕ ИМИТАТОРА ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКИ	18
ГИРИС О. Б. МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ	21
ГУЗАК И. С. СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ	25
ЖЕЛЕЗНЯКОВ А. В. АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ВНУТРЕННИХ ВОЙСК НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	26
КАПЦЕВИЧ О. А., ДУБОВСКИЙ А. В., РАБЧЕНОК Д. И. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДИСПЕТЧЕРОВ ВОЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО СЕКТОРОВ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	29
КОРДЕЛЮК В. Н. УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ЭЛЕКТРОННЫХ ЛИЧНЫХ ДЕЛАХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ	33

КУЗЬМЕНОК М. Д., ХИЖНЯК А. В. СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ФАКТА ПУСКА ПЕРЕНОСНЫХ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	36
КУЛАГА В. В., ХОТЬКО А. К., ШУМСКИЙ А. Н. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	39
МАКСИМОВИЧ Е. С., ЖИГАЛКО М. И., БАДЕЕВ В. А., СЕМАК Ю. И. ОЦЕНКА ОТРАЖАЮЩИХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТА МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	43
МАЛИКЗОДА М. А. АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БПЛА В СРЕДЕ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОВЕРКА ПОГРЕШНОСТИ ДАННОГО МЕТОДА	46
МАМЧЕНКО А. С., ХИЖНЯК Е. И. МЕТОД ПРОГРАММНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАНИЙ ИНЕРЦИОННЫХ ДАТЧИКОВ	49
НЕБОРСКАЯ Н. Н., БУЛОЙЧИК В. М. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ АЭРОЗОЛЬНОГО ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ОПТИЧЕСКИМ СРЕДСТВАМ РАЗВЕДКИ ВОЗДУШНОГО ПРОТИВНИКА	52
СИДОРЕНКО Р. Н., ШВЕЦ О. Н. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИНТЕЗА СОВРЕМЕННЫХ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	55
СИНЯВСКИЙ В. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ	59
СМОЛЬСКИЙ А. Г. МЕТОДИКА СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СИСТЕМЫ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	63
СПЕСИВЦЕВ В. В. СКРЫТЫЕ НЕДЕКЛАРИРОВАННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА КИБЕРОРУЖИЯ	66
ТОМАШЁВ В. Н. О МОДУЛЕ ВЫБОРА АДАПТИВНОГО ВАРИАНТА ДЕЙСТВИЙ ГРУППИРОВКИ ВОЙСК В ПОДСИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ АСУ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	69
ШЕЛЕСТ И. Ф., ХИЖНЯК А. В., ПАНАСЮК В. И. АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ БОЕВЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ ВОЙСКОВОЙ ПВО ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ	72
ЩАВЛЕВ А. А., ЯКШОНОК П. П. ОЦЕНКА ИНДИКАТРИСЫ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА БЕЗ РЕАЛЬНЫХ ПОЛЕТОВ	76

ЯЦЫНА Ю. Ф., КОНЬКОВ С. А. БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ОДНОКРАТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ	80
ЯЦЫНА Ю. Ф. СОСТАВ И ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-УДАРНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	82
СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ВОПРОСАМ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ. БИОМЕТРИЯ. БЛОКЧЕЙН»	
КОВАЛЕНКО А. Н. ВНЕДРЕНИЕ PSIM-СИСТЕМ В ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЕННЫХ ГОРОДКОВ	84
СЕКЦИЯ «РОБОТОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ – УГРОЗЫ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ»	
НЕФЕДОВ С. Н. КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА И ВИЗУАЛЬНАЯ АНАЛИТИКА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	87
ШУЛЯК А. В. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ ПРОДУКЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СИСТЕМЫ ВООРУЖЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УРОВНЯ	90
ЯНУЧЁК В. В., МИХНЁНОК В. М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ В ИНТЕРЕСАХ РАКЕТНЫХ ВОЙСК И АРТИЛЛЕРИИ	93
СЕКЦИЯ «СОЛДАТ БУДУЩЕГО» – СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ, ЭКЗОСКЕЛЕТЫ»	
РОСЛИКОВ С. А. МИКРОДИСПЛЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ, РАЗРАБОТАННЫЕ ОАО «КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «ДИСПЛЕЙ»	96
ЧЕРНОБАЙ Д. В. ПЕРСПЕКТИВЫ ОБЪЕДИНЕНИЯ МАКРО- И НАНОСТРУКТУР В ГИБРИДНЫХ НАНОКОМПОЗИТАХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАНОБРОНИ, ЭЛЕМЕНТОВ БРОНЕЗАЩИТЫ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ. СТАРТАП-ПРОЕКТ «POLYADAMANTIUM»	97

В. А. АПОРОВИЧ, Л. Ф. ВАСКОВСКАЯ, М. Л. ГРИЩЕНКОВ, В. С. ДУДКО

ОАО «АГАТ-системы управления» – управляющая компания холдинга
«Геоинформационные системы управления»

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКЕ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВОЙСК

***Аннотация.** В системах управления радиотехнических войск (АСУ РТВ) основными средствами получения регулярной информации о воздушной обстановке до настоящего времени остаются активные РЛС наземного и в ряде случаев воздушного базирования. Настоящая работа посвящена рассмотрению вопросов применения в АСУ РТВ элементов оптико-электронных наблюдательных средств и средств пассивной радиоэлектронной разведки, методов их комплексирования, повышения степени межведомственной интеграции для повышения достоверности выявления объектов и точности определения их характеристик.*

В системах управления радиотехнических войск (АСУ РТВ) основными средствами получения регулярной информации о воздушной обстановке до настоящего времени остаются активные РЛС наземного и в ряде случаев воздушного базирования.

Известно, что эффективность работы АСУ РТВ напрямую зависит от достоверности и своевременности получаемой информации о местоположении, количестве, типах, динамических характеристиках воздушных целей противника. Многие операции происходят в пространстве больших масштабов, при наличии целей, обнаружение которых на разных удалениях, в разное время суток, при различной погодной и помеховой обстановке не может быть произведено должным образом только однотипными средствами активной локации. Полнота и точность информации – основа для принятия адекватных решений. В быстро меняющихся условиях к ним добавляется еще одно требование – скорость. Активная фаза проведения операций часто является очень краткосрочной, а стоимость ошибочных решений сопряжена с невосполнимыми человеческими и материальными потерями. В таких ситуациях переоценить важность своевременного получения максимально подробной и релевантной информации невозможно.

В этих условиях необходимы дополнительные средства наблюдения, существенно расширяющие возможности оперативного состава в восприятии текущей ситуации. К таким средствам для использования в АСУ РТВ следует отнести пассивную радиоэлектронную и оптоэлектронную разведку, которые предоставляют расширенные и углубленные (по отношению к активной локации) сведения об объектах воздушной обстановки [1, 2].

В настоящее время такие средства активно развиваются, но в АСУ РТВ привлекаются недостаточно [3].

Настоящая работа посвящена рассмотрению вопросов применения в АСУ РТВ элементов оптико-электронных наблюдательных средств и средств пассивной радиоэлектронной разведки, методов их комплексирования, повышения степени межведомственной интеграции для повышения достоверности выявления объектов и точности определения их характеристик.

В связи с проводимым в настоящее время работами по государственному оборонному заказу задача практического использования создаваемой отечественной современной оптоэлектронной аппаратуры и аппаратуры радиоэлектронной разведки особенно актуальна.

В докладе рассматривается структура существующего в настоящее время информационного обеспечения АСУ РТВ в звеньях от ротного уровня до бригады и используемых ими средств наблюдения за обстановкой. Предлагается оснастить указанные объекты средствами получения оперативной регулярной информации радиоэлектронной разведки от наземных комплексов типа «Кольчуга» и их аналогов, а также от наземных пунктов управления беспилотными летательными аппаратами типа НПУ БАК, осуществляющими сбор видеoinформации о наблюдаемых объектах воздушной обстановки в заданных областях.

Рассматриваются способы аппаратно-информационного сопряжения, методы объединения в АСУ РТВ радиолокационной информации активных РЛС с информацией, получаемой от предложенных дополнительных средств. Показан круг новых решаемых задач и повышение эффективности решения традиционных задач АСУ РТВ по обнаружению и идентификации целей в реальных условиях с учетом существующих объективных условий наблюдения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Р. П. Быстров, А. В. Соколов, Ю. С. Чесноков. «Методы современной военной радиолокации». Вооружение. Политика. Конверсия. № 5, 2004.
2. С. А. Батюшкин. «Подготовка и ведение боевых действий в локальных войнах и вооруженных конфликтах». Москва. КНОРУС, 2017 г., 438 с.
3. В. Л. Захаров, В. А. Гладышев. «Основные требования к системе ПВО войск и объектов в современных условиях». Военная мысль. № 1, 2007.

APAROVICH U., VASKOVSKAYA L., HRYSHCHANKOU M., DUDKO U.
«AGAT – Control Systems» – Managing Company
of «Geoinformation Control Systems Holding»

THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR PROCESSING AIR SITUATION INFORMATION IN THE CONTROL SYSTEMS OF RADIO-TECHNICAL TROOPS

***Summary.** In the control systems of radio-technical troops the main facilities providing punctual information about air situation are still active ground based and in some cases air based radars. This article is dedicated to the study of implementation in the command and control system of radio-technical troops of optoelectronic surveillance facilities and passive radioelectronic intelligence, methods of their integration, increasing interdepartmental integration to increase the reliability of target detection and the accuracy of their characteristic determination.*

УДК 621.396.96

В. А. АПОРОВИЧ, В. С. ДУДКО, А. И. МИНОВ
ОАО «АГАТ-системы управления» – управляющая компания
холдинга «Геоинформационные системы управления»

ХАРАКТЕРИСТИКА АЛГОРИТМОВ ОПТИМИЗАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ И ОТМЕТОК

Аннотация. В системах обработки радиолокационной информации (РЛИ) широко применяются различные алгоритмы оптимизации. В работе проведено сравнение характеристик алгоритмов, применяемых при отождествлении вновь поступающей РЛИ в виде траекторий или отметок с имеющимися траекториями: венгерского; аукциона; минимаксного; генетического; пчелиного. Первые три алгоритма являются аналитическими (детерминированными), а два последних включают стохастические элементы. Сравнение проведено методом математического моделирования. Первые три алгоритма обеспечивают наибольшее быстродействие. Точность всех алгоритмов примерно одинакова. Полученные результаты могут быть использованы при выборе конкретного алгоритма для системы обработки РЛИ.

В современных системах обработки радиолокационной информации (РЛИ) широко применяются различные алгоритмы оптимизации. В работе проведено сравнение характеристик алгоритмов, применяемых при отождествлении вновь поступающей РЛИ в виде траекторий или отметок с имеющимися траекториями: венгерского; аукциона; минимаксного; генетического; пчелиного.

Первые три алгоритма являются аналитическими (детерминированными), а два последних включают стохастические элементы.

Сравнение проведено методом математического моделирования. Сравнились быстродействие и точность решения. Сравнение показало следующее.

Первый алгоритм обеспечивает высокую точность. Исключениями могут быть случаи наличия нескольких оптимальных решений.

Второй алгоритм в аналогичной ситуации может существенно «затягивать» процесс решения.

В большинстве случаев первые три алгоритма, как и ожидалось, обеспечивают наибольшее быстродействие, при этом точность всех пяти примерно одинакова. По быстродействию генетический алгоритм практически всегда существенно проигрывает остальным. Пчелиный алгоритм по быстродействию занимает промежуточное положение между первыми тремя и генетическим.

Полученные результаты могут оказать помощь в выборе конкретного алгоритма для системы обработки РЛИ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. А. Н. Романов, Г. А. Фролов. Основы автоматизации системы управления (построение автоматизированных систем управления ПВО). М., ВИ МО СССР, 1971, 248 с.
2. А. Ю. Гринев. Численные методы решения прикладных задач электродинамики. М., «Радиотехника», 2012, 336 с.
3. Bertsekas, D. P., and Castanon, D. A., 1989. «The Auction Algorithm for Transportation Problems», Annals of Operations Research, Vol. 20, pp. 67–96.

APAROVICH U., DUDKO U., MINAU A.
«AGAT – Control Systems» – Managing Company
of «Geoinformation Control Systems Holding»

THE CHARACTERISTIC OF OPTIMIZATION ALGORITHMS USED IN SOLVING THE PROBLEM OF TRAJECTORIES AND MARKS ASSOCIATION

Summary. In radar information processing systems various optimization algorithms are widely used. This article compares the characteristics of the algorithms used in association of newly arriving radar data in the form of trajectories or marks with the existing trajectories: Hungarian, auction, minimax, genetic, and apian. The comparison is conducted by the method of mathematical modeling. The first three algorithms provide the highest speed of operation. The accuracy of all algorithms is much the same. The obtained results can be used when selecting specific algorithm for radar data processing system.

А. В. БАБКЕВИЧ, В. А. КАШКАН, А. Д. КОСЕНКО,
И. Н. КОЛЬЧЕВСКАЯ, М. Н. КОЛЬЧЕВСКАЯ, Е. А. МАЛАХОВСКИЙ,
А. Г. МАТУСЕВИЧ, П. В. ПЕТРОВ, Н. Н. КОЛЬЧЕВСКИЙ
Белорусский государственный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАДРОКОПТЕРОВ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ КАРТ И УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА

Аннотация. Преимуществом квадрокоптеров является то, что они обладают хорошей манёвренностью и относительно большой скоростью передвижения и возможностью зависать в фиксированном положении в широком диапазоне высот. Исследуются возможности квадрокоптера DJI Phantom 3 для построения 3-х мерных карты местности, измерения расстояний и высот. Обсуждаются лёгкие (массой менее 200 г) измерительные станции на базе микроконтроллеров серии Arduino, датчиков газов серии MQ, барометра BMP 280 и квадрокоптера DJI Phantom 3 Advanced для мониторинга состава воздуха на высотах до 500 метров (тропосфера) на содержание опасных для газов.

В настоящей работе рассмотрено возможность применения квадрокоптеров в силовых структурах Республики Беларусь для составления специальных карт из аэрофотоснимков и интерактивных цифровых карт с различными пометками, а также для контроля изменения расположения различных объектов. Опыт боевых действий в различных конфликтах, комплексных оперативных учениях иллюстрирует, что для принятия своевременных и обоснованных решений в различной обстановке командирам необходима наиболее полная информация (в том числе не содержащаяся на топографических картах). Для оценки сил противника, оценки местности для маневров, вскрытия недоступных взору с земли сил противника, а также информация об их перемещении. Обеспечение войск актуальными специальными картами и фотодокументами является одной из важнейших задач в комплексе проводимых мероприятий по топогеодезическому обеспечению боевых действий войск.

Геоинформационная система (ГИС) – это программно-аппаратный комплекс, осуществляющий сбор, хранение и обработку информации о пространственно распределенных объектах, имеющих координатное описание [1]. ГИС предполагает наличие отлаженной автоматизированной системы. Применяемые беспилотные летательные объекты (БЛА) позволяют решить одну из основных задач ГИС – фотографировании местности с нанесением на фотографии GPS/ГЛОНАСС меток и передачу их на подключённое устройство.

В работе описываются общие положения использования БЛА фирмы DJI Phantom. Перспективным является создание мелких БЛА обладающих хорошими маскировочными свойствами ввиду малых размеров, использования специальных малошумных конструкций. Опыт боевого применения показывает, что время жизни применяемых малых БЛА не более 10 минут, а при малых размерах и дешевизне, полевой оператор сможет переносить и таким образом поддерживать непрерывность функционирования ГИС.

Преимуществом квадрокоптера является простота конструкции и обслуживания при минимальных затратах на монтаж самой конструкции и необходимых навесных агрегатов. Так же бесспорным преимуществом квадрокоптеров является то, что они обладают хорошей манёвренностью и относительно большой скоростью передвижения и способны зависать в фиксированном положении в широком диапазоне высот [2] рисунок 1.



Рисунок 1. – Фотографии, полученные на высотах 100, 200, 300 и 400 метров

Для обеспечения эффективного планирования операций, принятия решения тактического маневра необходимо создание активной цифровой карты с нанесением GPS/ГЛОНАСС-метками. Аэрофотосъемка с БЛА более детализована, нежели космический снимок. Разрешение снимков (рис. 1) может достигать от несколько сантиметров на точку за счет малых высот полета (до 100м) до нескольких метров (для высот 100–500 метров) (табл. 1).

Таблица 1. – Масштабы цифровых топографических карт

Высота, м	Цифровой масштаб для разрешения 600dpi	Размер снимка 1500x1126 пикселей, м	Линейный масштаб 1 пиксель, м	Масштаб площади 1 пикселя, м ²
100	1: 78	500x370	0,33	0,11
200	1: 310	2000x1500	1,3	1,7
300	1: 400	2600x1900	1,7	2,9
400	1: 470	3000x2300	2,0	4,0

Квадрокоптеры позволяют вести съемку даже в условиях облачности, что недоступно спутникам и пилотируемой авиации. Квадрокоптеры позволяют проводить непрерывный мониторинг, выполняя повторные снимки карты местности и проводя их сравнения. Поскольку встроенные программы прикрепляют к фотоснимкам GPS/ГЛОНАСС-метки, то ускоряется решение задачи наводки и целеуказания. Частота съемки позволяет точно определять изменения на снимках, например, отмечать передвижение сил.

Целью данной работы является демонстрация возможностей квадрокоптера DJI Phantom 3 и результаты обработки фото/видео материалов высотных съемок. Достоинством модели DJI Phantom 3 является штатная камера GoPro 4K, способная вести качественную аэрофотосъемку с заданным разрешением на заданной высоте и траектории полета. Наличие программного обеспечения позволяет вести оперативный контроль полета, получать информацию на мобильные Android/iOs устройства. Обработка фото/видео материала в программных пакетах позволяет строить 3-х мерные карты местности, проводить измерения расстояний и высот и анализ различных объектов рисунок 2.

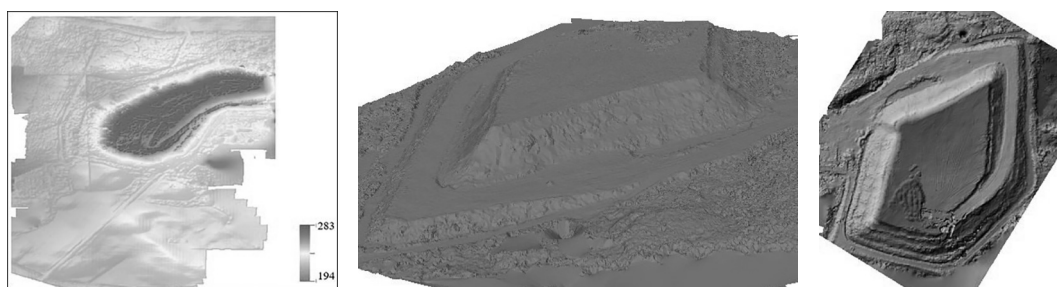


Рисунок 2. – Цифровые 2D и 3D модели рельефа на основе 1921 фотоснимка

Проведены обширные экспериментальные испытания квадрокоптера DJI Phantom 3 Advanced для целей картографических измерений. В одном из экспериментов в результате 8 вылетов был получен 1921 снимок с разрешением 2,2 см и данные телеметрии, которые включали: координаты центров и время фотографирования. На основе экспериментальных данных построены 3-D модели рельефа, 2-D модели рельефа, цифровая модель рисунок 2. Была разработана методика вычисления площади объектов. Измерены площадь участка реки, сфотографированная с высоты в 100 метров $S = 5910 \text{ м}^2$, площади двух озер с высоты 40 метров $S_1 = 6132 \text{ м}^2$, $S_2 = 1732 \text{ м}^2$. Результаты измерений подтверждены геодезическими данными. Проведенные эксперименты показывают возможность применение квадрокоптеров для задач геодезии:

создание ортофотопланов, топографических планов, цифровой модели рельефа, гипсометрии.

Разработаны лёгкие (массой менее 200 г) измерительные станции на базе микроконтроллеров серии Arduino, датчиков газов серии MQ, барометра BMP 280 и квадрокоптера DJI Phantom 3 Advanced. Измерительные станции применялись для мониторинга состава воздуха на высотах до 500 метров (тропосфера) на содержание опасных для человека газов. Применение подобных станций позволяет удаленно оценить область химического заражения или опасности.

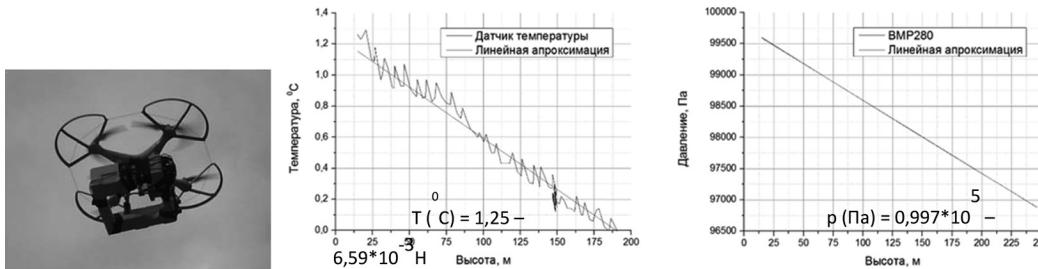


Рисунок 3. – Фотография экспериментальной установки в полете и результаты измерения температуры и давления

Внедрение инновационной техники и сопутствующих информационных ресурсов способствует росту показателей эффективности. Внедряемые дроны способны осуществлять дистанционный мониторинг на большой территории. Невысокая стоимость и цена обслуживания по сравнению с пилотируемой авиацией и традиционной наземной техникой повышает значимость и актуальность исследований и работ на основе квадрокоптеров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Сивец О. В., Бабич В. С., Зизико В. Ю., Дроздов И. В. Развитие геоинформационных систем военного назначения на современном этапе.
2. Зулъкарнаев В. У., Камалова В. Р. Практическое применение беспилотных летательных аппаратов в современном мире // Инновации в науке: сб. ст. по матер. LVI междунар. науч.-практ. конф. № 4 (53). Часть II. – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 23–27.

BABKEVICH A. V., KASHKAN V. A., KOLCHEVSKAY I. N.,
KOLCHEVSKAY M. N., KOSENKO A. D., MALAKHOVSKY E. A.,
MATUSEVICH A. G., PETROV P. V., KOLCHEVSKY N. N.
Belarusian State University

USING QUADROCOPTERS FOR MAKING SPECIAL MAPS AND REMOTE MONITORING

Summary. The advantage of quadcopters is good mobility and high speed of movement and the ability to hang in a fixed position in a wide range of heights. The possibilities of the quadcopter DJI Phantom 3 for the construction of a 3-dimensional map, measuring distances and heights are investigated. We also discuss low weight (weighing less than 200 g) measuring stations based on the Arduino microcontrollers, MQ gas sensors, BMP 280 barometer and DJI Phantom 3 Advanced quadcopter to monitor air composition at altitudes up to 500 meters (troposphere) for hazard gas.

В. М. БУЛОЙЧИК, А. Л. МАСТЫКИН

Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт
Вооруженных Сил Республики Беларусь»

ПРИМЕНЕНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА К ИССЛЕДОВАНИЮ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

Аннотация. В статье рассмотрен подход к моделированию. Этот подход предусматривает применение математических методов в исследовании объектов и рельефа местности, которые основаны на преобразовании Фурье.

К одному из основных элементов, на основе которого принимается решение командиром на подготовку и ведение боевых действий, относится оценка тактических свойств местности, позволяющих получить преимущества перед противником с точки зрения максимизации боевых возможностей своих сил и средств или минимизации таких возможностей противника. Например, при организации обороны часто требуется в заданном районе оценить наличие и местоположение преобладающих высот или, наоборот, местоположение низин, как возможных мест укрытий личного состава и вооружения. Иногда требуется в заданном районе быстро дать оценку местности с точки зрения возможности ее преодоления танками, БМП или другими подвижными средствами, у которых имеются ограничения по углам подъёма (спуска). Часто также необходимо оценить наличие участков местности с точки зрения допустимой скорости передвижения и т.д.

Современные геоинформационные системы (ГИС) обеспечивают хранение и визуализацию достаточно большого объема информации, которая может быть использована при решении множества подобных задач. Рассмотрим возможный подход к решению одной из актуальных военно-прикладных задач, связанной с оценкой степени изрезанности заданного участка местности, для определения возможных проблемных участков при перемещении техники.

В цифровых картах местности информация о рельефе представлена в виде двумерной матрицы высот. Следовательно, рельеф удобно рассматривать как дискретно заданную двумерную функцию $y = f(x, z)$. Для анализа такой зависимости рационально использовать двумерное дискретное преобразование Фурье [1]. В результате будет получен набор гармоник аппроксимирующей анализируемую функцию (1).

$$\tilde{g}_{n_1, m_2} = \frac{1}{N_1 M_1} \sum_{k_1=0}^{N_1-1} \sum_{k_2=0}^{M_1-1} \tilde{G}_{k_1, K_2} e^{(j \frac{2\pi}{N_1} n k_1 + j \frac{2\pi}{M_1} m k_2)}; j = \sqrt{-1} \quad (1)$$

Теперь есть возможность обрабатывать данную зависимость фрагментарно. Это позволяет, в рамках текущего фрагмента, определить наиболее весомую, с точки зрения крутизны поверхности, составляющую. Для простоты дальнейших рассуждений сопоставим исследуемой функциональной зависимости $y = f(x)$ одномерную функцию $h_p(l)$ высоты местности h_p над уровнем моря от участка l пути. По существу поставленная задача сводится к оценке степени изрезанности функции $h_p(l)$.

Обратим внимание на то, что чем сильнее на интервале $[a, b]$ изрезана функция $h_p(l)$, тем будет более широкий частотный спектр ее разложения в ряд Фурье $S(f)$. Качественно это отображено на рисунках 1а и 1б.

Отсюда следует, что можно указать интервал частот разложения $[0, f_a]$, в пределах которого сосредоточена большая часть спектральной плотности мощности $S(f)$ [2], т.е.

$$E = \int_0^{f_a} S(f) df \quad (2)$$

Где значение E принимается из интервала $[E_n; E_a]$, в зависимости от требуемой точности аппроксимации функции $h_p(l)$ с помощью гармонического ряда Фурье [1]. На практике значение $E \in [0.8; 0.95]$.

Очевидно, что с возрастанием степени изрезанности функции $h_p(l)$ будет возрастать величина f_ϵ , что является показателем степени изрезанности (пересеченности) местности.

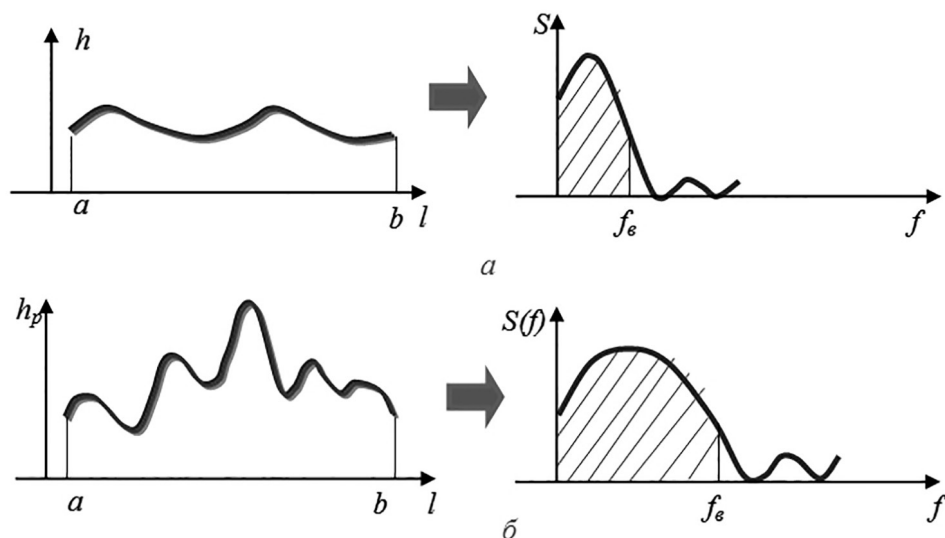


Рисунок 1. – Качественная зависимость амплитудно-частотного спектра $S(f)$ от степени вертикальной изрезанности местности

Такой подход к обработке данных может также быть полезен при решении следующих задач:

- 1) построение 3D модели рельефа местности.
- 2) определение возможных проблемных участков, где необходимы дополнительные измерения параметров рельефа.
- 3) построение 3D модели, основанной на ЦКМ, на вычислительной технике с существенными ограничениями в мощностных ресурсах.
- 4) при прогнозировании распространения различного типа волн (акустической, ударной, электромагнитной и т.д.) с учетом влияния рельефа местности и многое другое.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов. – М.: 1988.
2. Ричард Лайонс. Цифровая обработка сигналов. – 2-е. – М: Бином-Пресс, 2006. – 656 с.

MASTYKIN A. L., BULOYCHIK V. M.
State Republic of Belarus Armed Forces Research Institute

APPLICATION HARMONIC ANALYSIS IN TERRAIN RESEARCH

Summary. The article describes special types of modeling. This type of modeling allows to apply progressive method of testing the researcher object or terrain. These methods are basic on Fourier transform.

УДК 629.7

Г. Р. ВЫГОВСКИЙ, И. П. ОХРИМЕНКО, Д. В. БОБРОВ,
А. А. СПИРИДОНОВ, В. А. САЕЧНИКОВ, П. В. ПЕТРОВ,
Н. Н. КОЛЬЧЕВСКИЙ

Белорусский государственный университет

BSUSAT.COM ВЕБ-СЕРВЕР ПРИЕМА ДАННЫХ ТЕЛЕМЕТРИИ БЕЛОРУССКОГО НАНОСПУТНИКА BSUSAT-1

Аннотация. Впервые в Беларуси был создан университетский наноспутник BSUSat-1. 29 октября в 3:43 по времени Минска с китайского космодрома Цзюцюань (JSLC) был успешно выведен первый белорусский университетский наноспутник BSUSat-1 на высоту 540 км. Для приема сигнала спутника в БГУ была организована международная сеть радиолюбителей bsusat.com. На данный момент сеть пользователей, принимающих спутник BSUSat-1 насчитывает 35 человек из Аргентины, Германии, США, Японии и др. За более чем три месяца работы спутника было накоплено в хранилище более 30000 пакетов данных с бортовых систем BSUSat-1.

Тип искусственного спутника Земли (ИСЗ) – характеризуется орбитой и определяет сферу применения по его параметрам движения:

1. LEO (от англ. Low Earth Orbit) – Низкоорбитальные ИСЗ, обращающиеся от 160 км до 2000 км над поверхностью Земли. Угловая скорость спутников LEO максимальна – от 0,2°/с до 2,8°/с, периоды обращения от 87,6 минут до 127 минут [1];
2. MEO (от англ. Medium Earth Orbit) – Среднеорбитальные с высотами от 2000 км до 35786 км. Это спутники навигации и связи («GPS» – 20200 км, «ГЛОНАСС» – 19100 км). Период обращения – от 127 минут до 24 часов. Угловая скорость – единицы и доли угловой минуты в секунду;
3. GEO (от англ. Geosynchronous Earth Orbit) – Геостационарные с высотами около 35786 км. Их период обращения – 23 ч 56 м 4,09 с, либо в пределах 22–24 чч;
4. НЕО (от англ. High Earth Orbit) – Высокоорбитальные высоты более 35786 км. Орбиты могут быть высокоэллиптическими или близкими к круговым.

По наклону орбиты выделяют такие классы, как: а) экваториальные, б) полярные, в) солнечно-синхронные.

По функциональному назначению спутники делятся на астрономические – предназначены для исследования планет, галактик и других космических объектов; биоспутники – обеспечивают проведение научных экспериментов с живыми организмами в условиях космоса; дистанционного зондирования Земли; метеорологические – осуществляют передачу данных в целях предсказания погоды, а также наблюдения климата Земли; разведывательные, а также навигационные, спутники связи и экспериментальные.

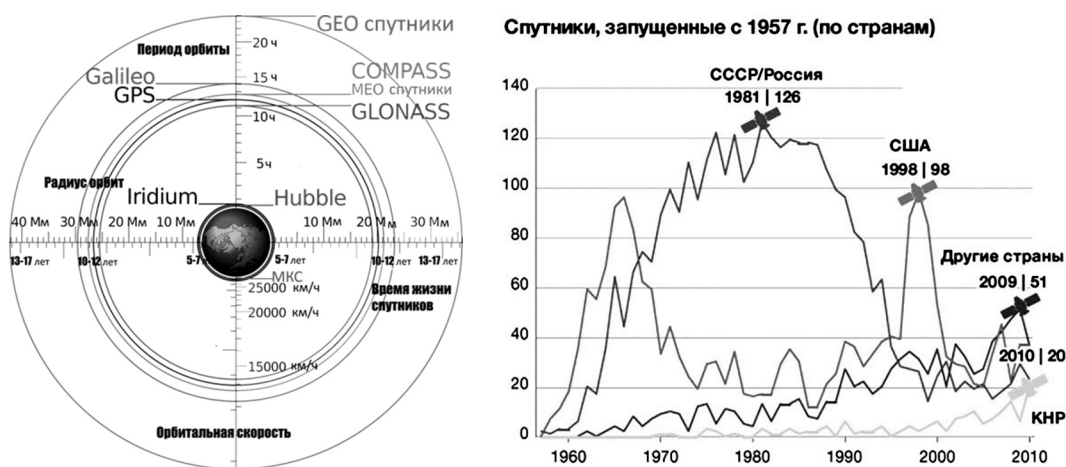


Рисунок 1. – 1 Классификация и динамика запусков ИСЗ

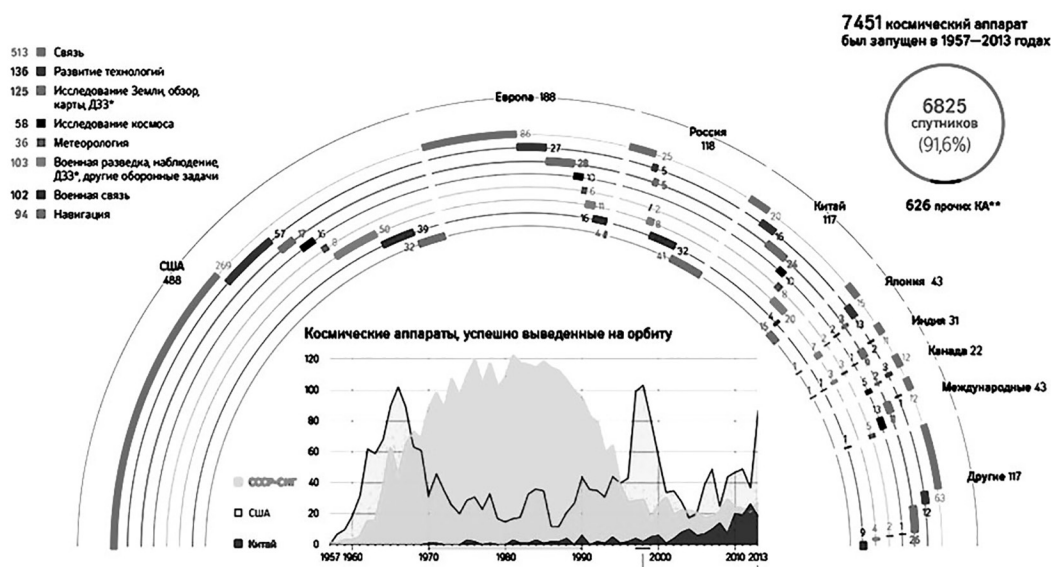


Рисунок 2. – Общая информация о спутниках на мировом рынке

На сегодняшний день насчитывается около 1,381 работающих искусственных спутников Земли. За все время было запущено около 7 тыс. ИСЗ. Всего в околоземном пространстве насчитывается около 19 тыс. объектов, размер которых более 10 см. Наибольшее количество спутников запущены на орбиты типа GEO и LEO: 493 и 759 спутников соответственно. На орбитах типа MEO – 92, высокоэллиптических – 37 спутников по состоянию на 2016 год. Наибольшая доля работающих спутников на 2016 год приходится на США – 568 ИСЗ из 1,381; РФ – 133; Китай – 177; Другие страны – 503, включая незарегистрированные спутники.

Огромную перспективу имеют малые космические аппараты: наноспутники, наноспутники и пикоспутники, они позволяют космическим державам заниматься строительством крупных, долговечных спутников, тогда как международные гражданские институты, такие как университеты, могут взяться за производство малых, более дешевых спутников. Важно заметить, что спутники – аппараты многоцелевого использования. Например, спутник может иметь коммерческое и военное предназначение одновременно.

29 октября в 3:43 по времени Минска с китайского космодрома Цзюцюань (JSLC) был успешно выведен первый белорусский университетский наноспутник BSUSat-1 на высоту 540 км. Полный виток вокруг Земли спутник совершает приблизительно за 90 мин. Над территорией Беларуси спутник пролетает шесть раз в сутки и находится в зоне видимости за один пролет около 11 минут. Наноспутник BSUSat-1 разрабатывался для образовательных целей и оснащен системами энергоснабжения, управления, ориентации и стабилизации, телекоммуникационной системой, фотокамерой, а также рядом комплексов технологической и научно-полезной нагрузки.

Освоение технологий при разработке наноспутников является современной практикой в ведущих университетах мира. Основным конкурентным преимуществом при разработке наноспутников является их малый размер и масса, низкая стоимость разработки и вывода на орбиту, а также возможность запуска группами из десятков и более штук за один раз.

Одним из примеров частной разработки можно привести проект запуска группировки из наноспутников под названием Flock [1]. Группировка из таких спутников позволяет дважды в день осуществлять фотосъемку поверхности земли с разрешением до 72 см. На текущий момент компания предоставляет доступ к архиву из более чем 7 петабайт фото на платной основе.

Для приема сигнала спутника в БГУ был организован центр управления полетом (ЦУП). Ограничение во времени приема данных спутника при пролете над Беларусью требует подключения международной сети радиолюбителей, которая насчитывает на сегодняшний день более 1 млн. человек по всему миру. Таким образом, чтобы организовать непрерывный прием сигнала со спутника была задействована междуна-

родная сеть радиолюбителей bsusat.com [2]. На данный момент сеть пользователей, принимающих спутник BSUSat-1 насчитывает 35 человек из Аргентины, Германии, США, Японии и др. Сайт представляет собой хранилище, куда каждый радиолюбитель может отправить пакеты с телеметрией. За более чем три месяца работы спутника усилиями радиолюбителей было накоплено в хранилище более 30000 пакетов данных с бортовых систем BSUSat-1.

Данные со спутника получаются в формате кадрирования KISS, который является частью протокола AX.25 (Протокол передачи данных в открытом формате). Кадры отправляются в 8-ми битном двоичном формате. Пакет информации разделяется с помощью спецсимволов, позволяя улучшить производительность при обработке потока данных.

Для того чтобы принимать данные спутника необходимо установить программное обеспечение (ПО) Soundmodem. Soundmodem — это программный модем для пакетной радиосвязи под звуковую плату для систем Windows 98, XP, Vista, 7, 8 и 10. Для связи с клиентским программным обеспечением по протоколу TCP/IP — реализована поддержка двух интерфейсов: (X)KISS и AGW PE (инструкции [3]).

Для отправки данных на сервер мы рекомендуем использовать ПО «Online Telemetry Forwarder» начиная с версии 2.0.2, разработанную Майком Руппрехтом [4] и поддерживающую отправку данных на наш сервер и сервер международной сети SatNogs [5].

Программное обеспечение сервера представляет собой коммерческую систему управления сайтом X4.CMS, разработанную белорусско-русской компанией Abiatec. Данная система обладает архитектурным стилем взаимодействия REST API, методами которого поступающие пакеты телеметрии заносятся в базу данных MySQL. Перед загрузкой в базу данных входящая телеметрия конвертируется из бинарного вида в строковый. На странице сайта телеметрии спутника отображение данных выводится в json. Со страницы телеметрии спутника любой желающий может выполнить экспорт данных в json и kiss форматах для последующей их обработки.

На рисунке 3 отображено изменение напряжения на батарее наноспутника BSUSat-1 в период между 26 февраля и 1 марта. В рабочем состоянии питания, получаемого с солнечных панелей хватает для поддержания литиевых аккумуляторов в 100 % заряженном состоянии. Содержание аккумуляторов постоянно в 100 % заряженном состоянии приводит к их медленной деградации и уменьшению максимального напряжения, до которого можно зарядить. Для исключения данного эффекта и увеличения продолжительности работы аккумуляторов необходимо периодически выполнять их разрядку. Как показано на рисунке 3, после разряда произошло повышение максимального рабочего напряжения на батарее и восстановлению её емкости.

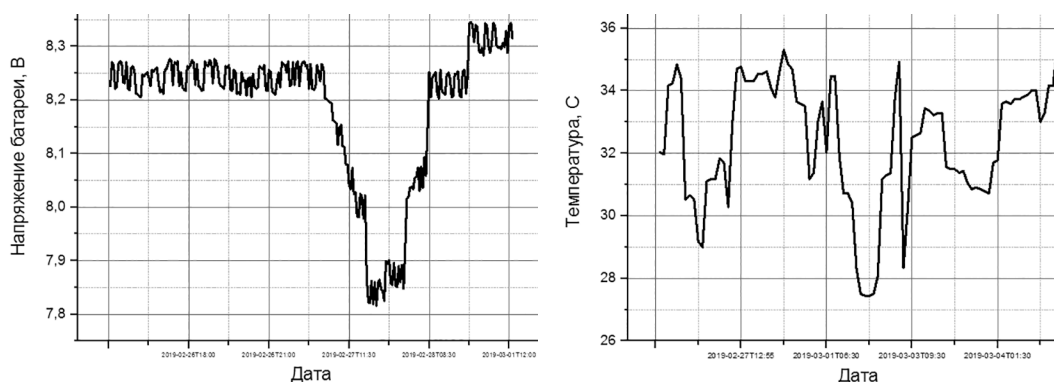


Рисунок 1. – График изменения температуры аккумулятора и разряда батареи аккумулятора наноспутника BSUSat-1

На рисунке 2 отображены изменения температуры аккумуляторов в период с 26 февраля 2019 года по 4 марта 2019 года. Как можно увидеть, температура аккумуляторной батареи колеблется от 27,45 °С до 35,46 °С и находится в пределах нормы для работы литиевых аккумуляторов.

Таким образом, на сегодняшний день спутник BSUSat-1 находится на орбите уже более четырех месяцев. За данный срок спутник уже выполнил более 1900 витков вокруг земли и передал более 30000 пакетов данных с телеметрией. На сегодняшний день любой желающий пользователь может присоединиться к проекту и начать обрабатывать данные спутника.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. <https://www.planet.com/products/monitoring/>
2. <https://bsusat.com>
3. <https://r4uab.ru/settings-soundmodem/>
4. http://www.dk3wn.info/p/?page_id=75524
5. <https://db.satnogs.org/>

VYHOVSKY G. R., OKHRIMENKO I. P., BOBROV D. V.,
SPIRIDONOV A. A., SAECHNIKOV V. A., PETROV P. V.,
KOLCHEVSKY N. N.

Belarusian State University

**BSUSAT.COM WEB SERVER TO RECEIVE TELEMETRY DATA
BELARUSIAN NANOSPUTNIK BSUSAT-1**

Summary. *In Belarus, the first university nanosatellite BSUSat-1 was created. On October 29, at 3:43 pm Minsk time, the first Belarusian university nanosatellite BSUSat-1 to an altitude of 540 km was successfully started from the Jiuquan Chinese cosmodrome (JSLC). To receive the satellite signal at BSU, an international network of radio amateurs bsusat.com was organized. Currently, the network of users receiving the BSUSat-1 satellite signal consist of 35 people from Argentina, Germany, the USA, Japan, etc. For more than three months of satellite operation more than 30,000 data telemetry packets from the BSUSat-1 systems were accumulated.*

УДК 623.618.2

Д. В. ВЫСОЦКИЙ, Е. И. МИХНЁНОК, А. Ю. ЛИПЛЯНИН,
А. С. БЕЛЫЙ, А. В. ХИЖНЯК

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

СОПРЯЖЕНИЕ СИМУЛЯТОРА «DIGITAL COMBAT SIMULATOR» С КСА 7В800 «СПРУТ» В КАЧЕСТВЕ ИМИТАТОРА ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКИ

***Аннотация.** В данном докладе рассмотрен вопрос сопряжения симулятора «Digital Combat Simulator» с КСА 7В800 «Спрут» в качестве имитатора воздушной обстановки.*

В мирное время и в угрожаемый период основной вид деятельности Вооруженных Сил в целом и их отдельных формирований – подготовка к ведению боевых действий. В условиях сокращения военного бюджета проблема обеспечения и поддержания боевой готовности войск становится как никогда острой. Одним из способов решения данной проблемы является удешевление боевой подготовки за счет использования компьютерных имитационных программ. В настоящее время для этого есть все условия:

1. Уровень компьютерной грамотности обучаемых в сочетании с методическим опытом преподавательского состава офицеров Вооруженных Сил позволяют использовать компьютерные имитационные программы современного уровня.

2. Вооруженные Силы все больше насыщаются современной компьютерной техникой, позволяющей использовать в процессе обучения современные информационные технологии.

3. С экономической точки зрения компьютерные технологии рентабельны. Затраты на создание имитационной системы определяются главным образом временем и средствами, потраченными на составление автоматизированных учебных программ. Использование их позволит существенно сократить стоимость эксплуатации вооружения и техники в учебных целях.

Организация подготовки боевых расчетов командных пунктов при помощи имитационных программ отвечает принципам деятельного подхода, так как этим достигается отработка их действий в различных условиях обстановки.

Пункты наведения авиации (ПНА) являются важным элементом системы управления авиационных соединений. С целью повышения эффективности функционирования авиационной группировки пункты наведения авиации оснащаются комплексами средств автоматизации. Лица боевого расчета ПНА осуществляют наведение самолетов на воздушные и наземные цели с помощью голосовых команд, передаваемых на борт самолета.

Для проведения качественных и наиболее приближенных к реальным условиям тренировок боевых расчетов АПНА «Спрут» предлагается использование вместо штатного имитатора летательного аппарата симулятора DCS. Digital Combat Simulator (DCS) – серия авиационных симуляторов, являющаяся логическим продолжением серии Lock On. Разрабатывается российской компанией Eagle Dynamics параллельно с серией военных тренажеров The Battle Simulator. DCS может расширяться с помощью подключаемых модулей, которые включают летательные аппараты, наземные объекты, кампании, карты и др.

В ходе тренировки с симулятора на АПНА выдается информация о воздушной обстановке на основании которой решаются боевые задачи. Выдача команд на самолет в ходе тренировки осуществляется голосом.

На текущем этапе на базе учебно-стационарного комплекса (УСК) кафедры автоматизированных систем управления войсками учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» реализовано подключение симулятора «DCS» к АПНА «Спрут» вместо штатного имитатора летательного аппарата, на основе принятых в изделии «Спрут» протоколов. Для работы симулятора требуется отдельная рабочая станция (персональный компьютер) с ОС «Windows» и возможностью подключения к ЛВС Ethernet (100 Base-T или 100 Base-F). Схема подключения «DCS» к КСА «Спрут» представлена на рисунке 1.

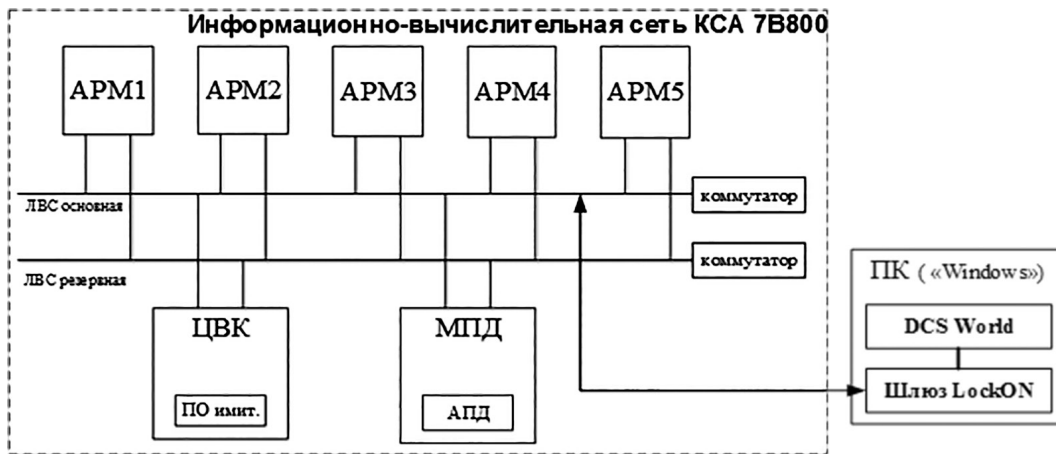


Рисунок 1. – Схема подключения симулятора к КСА

На рисунке 2 а, б, в представлены снимки экранов в момент тренировки на АПНА «Спрут» и решения задачи наведения на воздушную цель.

Таким образом совместное использование DCS совместно с АПНА «Спрут» в режиме тренажа является визуализация процессов, происходящих в кабине самолета и влияние на них действий боевого расчета автоматизированного пункта наведения авиации. Это позволило реализовать и другие возможности:

- отработка различных помеховых ситуаций;
- отработка различных тактик наведения и поражения воздушного противника;
- управление процессом имитации в ходе тренировки (отклонение самолета от расчетных траекторий);
- проведение совместных тренировок боевого расчета и летчиков.



Рисунок 2. – Снимки экранов системы тренажа

VYSOTSKI D. V., MIHNENOK E. I., LIPLYANIN A. Y.,
BELUI A. S., HISHNYAK A. V.
Educational institution «Military Academy of the Republic of Belarus»

**PAIRING SIMULATOR «DIGITAL COMBAT SIMULATOR»
OF KSA 7B800 «SPRUT» AS AN AIR SITUATION SIMULATOR**

Summary. *In this report, the question of pairing simulator «Digital Combat Simulator» of KSA 7B800 «SPRUT» as a simulator of the air situation.*

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ

Аннотация. В статье предложен методический подход, позволяющий решать задачу оценки эффективности функционирования СРЛР для прогнозируемых вариантов действий средств воздушного нападения противника с учетом основных факторов, влияющих на эффективность функционирования системы.

Основным содержанием функционирования системы радиолокационной разведки (СРЛР) является ведение радиолокационной разведки воздушного пространства и выдача радиолокационной информации (РЛИ) на обеспечиваемые системы (подразделения ЗРВ, ИА, РЭБ, ПУ ВВС и войск ПВО). Для адекватности принимаемых решений о функционировании СРЛР необходимо оценить ее эффективность.

Сложность и многообразие свойств и условий функционирования СРЛР не позволяет описать оценку эффективности одной универсальной математической моделью, отвечающей требованиям достоверности и оперативности. Поэтому предлагается подход, включающий совокупность последовательных и взаимосвязанных, но относительно самостоятельных модулей, согласованных между собой по целям (назначению), составу учитываемых факторов, допущениям и ограничениям (рис. 1).

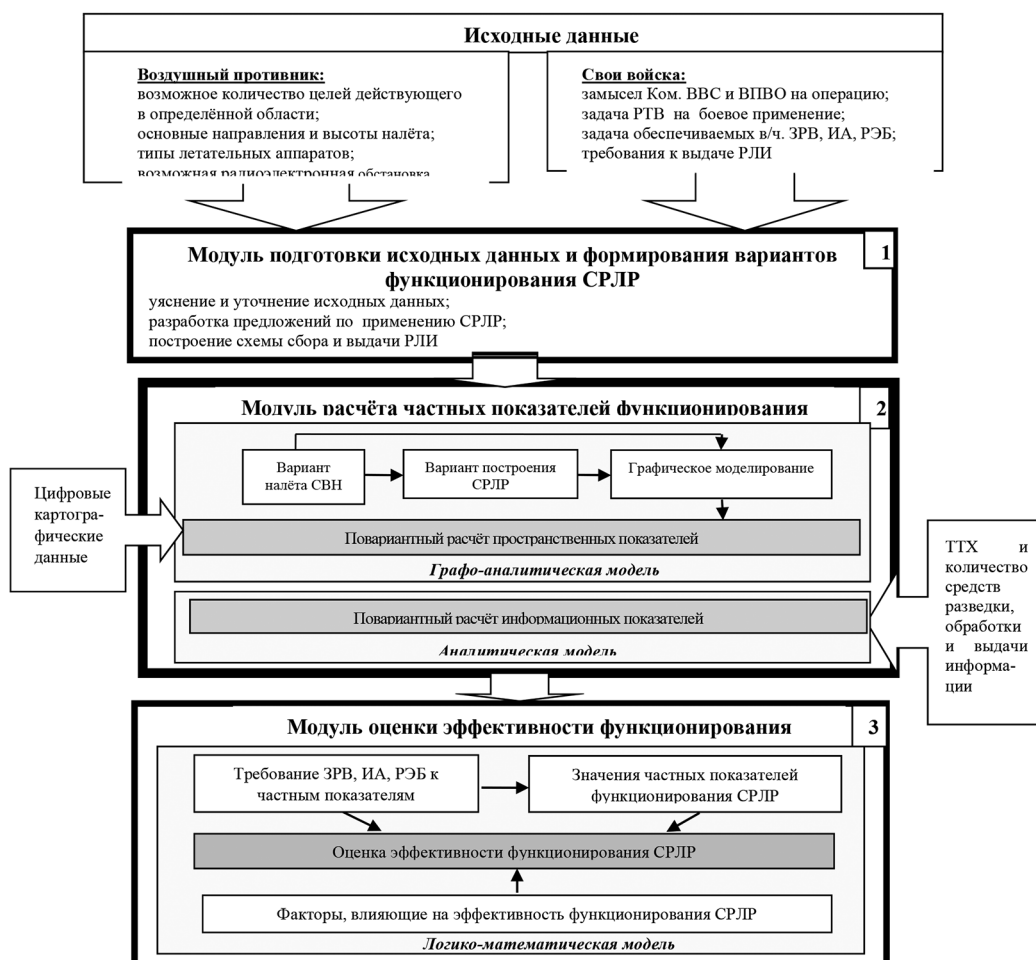


Рисунок 1. – Структурная схема метода оценки эффективности функционирования СРЛР

В первом модуле лицом принимающим решение (ЛПР) для проведения исследований:

уясняется задача, стоящая перед СРЛР, уточняются постоянные данные о противнике, своих и взаимодействующих силах и средствах;

разрабатываются варианты построения и функционирования СРЛР;

строится соответствующему варианту функционирования схема сбора, обработки и выдачи РЛИ на обеспечиваемые системы.

Во втором модуле производится определение частных показателей функционирования СРЛР:

пространственных (с использованием картографических данных определяются реальные рубежи выдачи РЛИ с учетом высот полета воздушных целей, рельефа местности и возможной ЭПР цели);

информационных (исходя из ТТХ РЛС, КСА и возможной схемы сбора, обработки и выдачи РЛИ определяется количество одновременно выдаваемых целей и точность выдачи РЛИ на выходе СРЛР).

В третьем модуле составляется логико-математическая модель для оценки эффективности варианта функционирования СРЛР с учетом основных факторов.

При составлении модели принимаются условия, что в течение заданного времени налёта СВН (например, первого удара) в границах ответственности системы ПВО с i -ых направлений, на j -ых высотах будет действовать определенное количество воздушных целей (N_{ij}^{tr}).

Основная задача СРЛР – выдать k -ой обеспечиваемой системе с требуемых рубежей r_k^{mp} , определенное количество целей требуемого качества.

Чтобы учесть, на сколько пространственные показатели функционирования СРЛР удовлетворяют требованиям обеспечиваемых систем, введём показатель – коэффициент соответствия рубежа обнаружения K_{kij}^{po} , который определяется зависимостью:

$$K_{kij}^{po} = \begin{cases} 1, & \text{если } R_{ij}^{обн} \geq r_{kij}^{тр} \\ \frac{R_{ij}^{обн}}{r_{kij}^{тр}}, & \text{если } R_{ij}^{обн} < r_{kij}^{тр} \end{cases}, \quad (1)$$

где K_{kij}^{po} – коэффициент соответствия рубежа обнаружения с i -го направления на j -ой высоте k -ой системе;

$R_{ij}^{обн}$ – рубеж обнаружения с i -го направления на j -ой высоте;

$r_{kij}^{тр}$ – требуемый k -ой системой рубеж обнаружения с i -го направления на j -ой высоте.

Исходя из того, что потенциальные возможности обеспечиваемых систем ограничиваются максимальным числом целей, которые в течение заданного налёта СВН могут быть одновременно обработаны ими, показатель информационных возможностей СРЛР представляется как – соотношение между математическим ожиданием числа одновременно выдаваемых целей требуемой точности СРЛР и требуемым количеством одновременно обрабатываемых целей обеспечиваемыми системами, и будет определяться формульной зависимостью:

$$K_{ki}^{рли} = \begin{cases} \frac{M_{об.ки}^{тр.т}}{N_{ki}^{тр}}, & \text{если } M_{об.ки}^{тр.т} \leq N_{ki}^{тр}; \\ 1, & \text{если } M_{об.ки}^{тр.т} > N_{ki}^{тр} \end{cases}, \quad (2)$$

где $K_{ki}^{рли}$ – коэффициент степени реализации информационных возможностей (выдачи РЛИ на k -ые системы с i -го направления);

$M_{об.ки}^{тр.т}$ – математическое ожидание количества одновременно выдаваемых целей требуемой точности на k -ые системы с i -ых направлений;

$N_{ki}^{тр}$ – требуемое количество выдаваемых целей на k -ые системы с i -ых направлений.

Из существа содержания функционирования (выполнения задач) СРЛР вытекает недопустимость компенсации значений одних частных показателей за счет других и существует необходимость обеспечения равномерного «подтягивания» всех пока-

зателей к их наилучшему уровню, поэтому для нахождения комплексного показателя эффективности воспользуемся агрегирующей функцией следующего вида [1]:

$$S_{kij}^{P,LP} = \min \left\{ \frac{k_{kij}^{po}}{\alpha_1}; \frac{k_{ki}^{pzu}}{\alpha_2} \right\}, \alpha_{1,2} \neq 0, \sum_{n=1}^2 \alpha_n = 1, \quad (3)$$

где $S_{kij}^{P,LP}$ – комплексный показатель эффективности функционирования при выдаче РЛИ на k -ые системы с i -ых направлений на j -ых высотах;

α_1, α_2 – коэффициенты относительной важности частных показателей.

С целью получения обобщённых данных об эффективности функционирования всей СРЛР, нужно полученный показатель усреднить по направлениям, высотам и обеспечиваемым системам. Тогда оценка эффективности системы СРЛР будет определяться выражением:

$$W_{срлр} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{l} \sum_{k=1}^l S_{kij}^{P,LP} \right) \right), \quad (4)$$

где m – количество направлений;

n – количество градаций высот;

l – количество обеспечиваемых систем.

Как показали ранее проведенные исследования [2], на эффективность функционирования будут оказывать влияние следующие факторы: боеготовность технических средств; подготовленность боевых расчетов; живучесть системы.

Так как данные факторы с равной вероятностью могут повлиять на эффективность функционирования СРЛР для нахождения комплексного показателя, характеризующего ограничивающие факторы $K_{срлр}^{оэп}$, также воспользуемся функцией агрегирования:

$$K_{срлр}^{оэп} = \min_i \left\{ \frac{K_i^{оэп}}{\varepsilon_i} \right\}, \varepsilon_i \neq 0, i = \overline{1,3}; \sum_{n=1}^3 \varepsilon_n = 1 \quad (5)$$

где $K_1^{оэп} = K_{бг}$ – коэффициент боеготовности технических средств СРЛР;

$K_2^{оэп} = K_{пбр}$ – коэффициент подготовки боевых расчётов, участвующих в процессе обнаружения, обработки и выдачи РЛИ;

$K_3^{оэп} = K_{жс}$ – коэффициент живучести СРЛР, характеризующий уровень живучести в условиях огневого воздействия противника;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – коэффициенты относительной важности боеготовности технических средств, подготовки боевых расчетов и живучести соответственно.

Тогда оценка эффективности функционирования СРЛР с учётом ограничивающих факторов определяется выражением:

$$W_{срлр}^* = W_{срлр} K_{срлр}^{оэп} \quad (6)$$

Таким образом, с целью повышения обоснованности и оперативности принимаемых решений на функционирование СРЛР предложен подход, позволяющий решать задачу оценки эффективности функционирования СРЛР для прогнозируемых вариантов действий средств воздушного нападения противника с учетом факторов, влияющих на эффективность функционирования.

Кроме того с помощью изложенного подхода возможно практическое решение задачи выбора наиболее рационального варианта функционирования СРЛР.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Воробьев С. Н. Методы обоснования решений в условиях определенности: курс лекций. – М.: МО, 1987. – 92 с.
2. Отчет о НИР (шифр «Апогей») / Науч.-исслед. ин-т Вооруженных Сил Респ. Беларусь; рук. В. И. Реутский. – Минск, 2018. – 96 с.

GIRIS O. B.

Open Joint-Stock Company «AGAT-Control Systems» –
Managing Company of «Geoinformation Control Systems Holding»

**METHODICAL APPROACH TO PERFORMANCE EVALUATION
FUNCTIONING RADAR RECONNAISSANCE SYSTEM**

***Summary.** An methodical approach is proposed that allows solving the problem of evaluating the effectiveness of the functioning of radar reconnaissance system for the predicted options for the actions of the enemy's air attack, taking into account factors affecting the efficiency of operation.*

СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

ОАО «Конструкторское бюро «Дисплей» более 30 лет специализируется на разработке и производстве средств отображения информации, предназначенных для работы в жестких условиях эксплуатации. На протяжении всего времени существования предприятия существовала жесткая конкуренция среди систем обработки и отображения информации, в связи с чем от инженеров требовалось постоянно осваивать новые технологии и внедрять современные комплектующие, тем самым качественно и количественно повышая конкурентные качества продукции. Результатом всего этого стало появление продукции с уникальными характеристиками и параметрами эксплуатации.

Так, в ОАО «Конструкторское бюро «Дисплей» разработана линейка унифицированных панельных ЭВМ от 15 до 46 дюймов, соответствующая требованиям основных наземных и морских групп исполнения, в том числе с работой на ходу [1]. Конструкция унифицирована и кроме уменьшения себестоимости изделий позволяет в кратчайшие сроки выполнять специфические требования заказчиков. В конструкции предусмотрена установка систем доверенной загрузки.

Также уникальным изделием стала компактная переносная ЭВМ с диагональю 18 дюймов «Блок управления БУ-43» [2]. Обеспечивает автономную работу изделия от аккумуляторов на протяжении 2 часов при температуре окружающей среды – 50 °С и имеющая ряд других особенностей.

В изделиях, упомянутых выше и других изделиях, разработанных в последние годы, используется конструкция с отводом тепла от процессора и других активных модулей на корпус изделия, что позволяет отказаться от вентиляторов, а также уменьшить габариты и вес изделий.

Освоенная технология приклейки экранных фильтров позволила реализовать значения коэффициента зеркального отражения 1.....1,3 %, соответствующего передовому мировому уровню. Что можно наблюдать в изделии ПК-51М с коэффициентом зеркального отражения < 2 %, МЦД-015МФ тип 2 с коэффициентом зеркального отражения < 1 % [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Унифицированные панельные ЭВМ (https://kbdisplay.by/production/special_purpose_computer/computer/).
2. Носимые ЭВМ (https://kbdisplay.by/production/special_purpose_computer/carried/).
3. МЦД-015МФ Тип 2 (https://kbdisplay.by/production/aviation_displays/displays/182).

HUZAK I.

«Display», Design Office, OJSC

SYSTEMS OF PROCESSING AND INFORMATION DISPLAYING

Summary. «Display», Design Office, OJSC for over 30 years has been specializing in design and production displaying systems of information for harsh environment of use. Through all the time the tough competition between manufacturers of similar systems forced engineers of «Display» to mastery newest technologies and implement modern components, due that increasing quantity and quality of competitive advantages of their products. In result of said above the line of products with unique characteristics and parameters was created.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ
ВНУТРЕННИХ ВОЙСК НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

***Аннотация.** В статье предложен подход к автоматизации решения наиболее часто возникающих задач при охране общественного порядка на основе формализованных данных с использованием цифровой картографической информации.*

В современных условиях существенно увеличилась диспропорция между возросшим объемом служебно-боевых задач и привлекаемыми для решения этих задач силами и средствами внутренних войск. В целях качественного решения задач по охране общественного порядка возникает необходимость изыскивать пути повышения эффективности управления подразделениями внутренних войск (войсковыми нарядами, мобильными патрульными группами и пр.) при выполнении задачи оказания содействия органам внутренних дел (ОВД) в охране общественного порядка и обеспечении общественной безопасности, в том числе и на основе применения современных геоинформационных технологий [1].

Важным составным элементом системы управления войсками являются автоматизированные системы управления (АСУ) и специализированные системы обработки информации. В современных условиях использование средств автоматизации является важным направлением повышения эффективности и качества управления силами и средствами внутренних войск. Основная цель автоматизации управления состоит в том, чтобы способствовать приведению уровня управленческой деятельности оперативно-дежурной службы в соответствие с требованиями оперативности, качества, устойчивости управления за счет перевода ее на современную техническую базу и совершенствования организационной основы.

В правоохранительных органах развитых государств в качестве таких средств автоматизации используются системы поддержки принятия решений органа управления, входящие в состав специального математического и программного обеспечения автоматизированных систем управления силами и средствами (АСУСС). Основными задачами таких систем являются: непрерывный анализ поступающей информации и ее семантическая обработка, включающая оценку обстановки и оценку местности района выполнения задач.

В современных АСУСС задачи оценки местности решаются на основе цифровой карты местности (ЦКМ) с помощью специализированных геоинформационных систем (ГИС). В настоящее время разработаны и эксплуатируются ряд ГИС, построенных на различных принципах [2]. Многие из них обладают определенным набором функций, отвечающих потребностям значительного числа пользователей. Однако эти функции и их реализация во многом зависят от проблемной ориентации ГИС-пакетов, которая, в свою очередь, определяется решаемыми в них научными и прикладными задачами.

Наибольший эффект от применения геоинформационных технологий (ГИТ) в современных АСУСС может быть достигнут при решении ряда прикладных задач, требующих детального учета свойств местности. К таким прикладным задачам относятся следующие [3, 4, 5, 6, 7]:

- планирование действий сил и средств, разработка плана комплексного использования сил и средств в охране общественного порядка на определенной территории;
- разработка плана расстановки сил и средств при проведении различных массовых мероприятий;
- мониторинг оперативно-тактической обстановки (визуализация обстановки, прогноз и оценка последствий результатов применения сил и средств, анализ материального и других видов ущерба, нанесенного подразделениям внутренних войск, населению и территории, определение необходимых сил и средств для выполнения поставленных задач, моделирование применения и перемещения сил и средств, выбор оптимальных маршрутов движения, слежение за их перемещением);

- мониторинг событий, в т.ч. несения службы личным составом подразделений внутренних войск;
- оценка характера и свойств местности (условий проходимости, ориентирования, наблюдения и маскировки);
- управление использованием материальных ресурсов и др.

Детальное изучение данного перечня показывает, что в нем выделяется ряд функциональных задач обработки цифровой информации о местности, входящих в том или ином виде в каждую из приведенных выше прикладных задач и определяющие качество принимаемых решений по управлению подчиненными силами и средствами, а именно:

определение на выделенных участках местности оптимальных маршрутов перемещения с учетом системы ограничений;

определение на выделенных участках местности оптимального расположения постов (засад, заслонов, секретов) с учетом системы ограничений;

управление процессом задержания и предотвращения действий правонарушителя (преступника), реализованного с использованием цифровой карты местности;

расчет зоны блокирования правонарушителя (преступника), реализованного с использованием цифровой карты местности.

назначение войсковых нарядов, реализованное с использованием цифровой карты местности.

Подобные задачи в различных постановках встречаются в деятельности оперативно-дежурной службы при выполнении задач по охране общественного порядка и обеспечении общественной безопасности. Однако применение существующих методик и подходов к их решению занимает достаточно продолжительный временной интервал, что зачастую неприемлемо.

Автоматизация решения указанных задач, которые входят в цикл управления подразделениями внутренних войск при охране общественного порядка и обеспечении общественной безопасности, с учетом вышеизложенного, на сегодняшний день приобретает особую актуальность.

Применение геоинформационных технологий в АСУСС внутренних войск Республики Беларусь позволит:

обеспечить органы управления внутренних войск и органов внутренних дел своевременной, достоверной и полной информацией для непрерывного управления подчиненными силами и средствами;

обобщать и анализировать данные об обстановке;

вырабатывать варианты решения, сравнивать их эффективность и представлять в удобном виде;

создавать и вести единый банк карт и на его основе снабжать подразделения актуальными картами, схемами и планами районов проведения возможных мероприятий (штабных тренировок, тактико-специальных учений, командно-штабных учений, и т.д.);

моделировать различные ситуации, имеющие место при выполнении задач по охране общественного порядка;

осуществлять обучение личного состава органов управления принятию наиболее эффективных решений.

В заключение хотелось бы подчеркнуть следующее: в условиях быстро меняющейся обстановки, которая характеризуется дефицитом времени на принятие решений, связанных с анализом и прогнозированием развития ситуации, ориентация на интеллектуальные, автоматизированные и геоинформационные системы подготовки решений выступает в качестве первоочередной задачи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Козлов, А. А. Тенденции повышения результативности применения внутренних войск в районах чрезвычайного положения / А. А. Козлов // Сб. тез. 4-ой международной научной конференции по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения, Минск, 20–21 мая 2009 г. – С. 43–44.

2. Абламейко, С. В. Географические информационные системы. Создание цифровых карт / С. В. Абламейко, Г. П. Апарин, А. Н. Крючков. – Минск: Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2000. – 276 с.

3. Грачев, И. А. Информационные технологии в автоматизированных системах военного назначения / И. А. Грачев, В. Н. Каргин // Военная мысль. – 2001. – № 6. – С. 19–22.
4. Григорьев, В. Л. О создании геоинформационной системы вооруженных сил / В. Л. Григорьев, Р. В. Млявый // Наука и военная безопасность. – 2007. – № 2 (14).
5. Зоткин, С. А. О применении геоинформационных технологий в управлении войсками (силами) / С. А. Зоткин, Е. М. Зайчик, И. А. Кубасов // Военная мысль. – 1999. – № 2. – С. 34–36.
6. Иванов, В. И. Оценка местности в автоматизированных системах управления войсками / В. И. Иванов, А. И. Маркус // Военная мысль. – 1999. – № 6.
7. Кретов, В. С. Использование геоинформационных систем при планировании и проведении миротворческих операций / В. С. Кретов, И. С. Пинчук, А.В. Заварзин // Военная мысль. – 2001. – № 6. – С. 23–27.

ZHELEZNYAKOV A. V.

Educational establishment «Military Academy of the Republic of Belarus»

AUTOMATION OF MANAGEMENT OF DEPARTMENTS OF INTERNAL TROOPS ON THE BASIS OF USING GEO-INFORMATION TECHNOLOGIES

***Summary.** The article proposes an approach to automating the solution of the most frequently encountered tasks in protecting public order based on formalized data using digital cartographic information.*

О. А. КАПЦЕВИЧ¹, А. В. ДУБОВСКИЙ², Д. И. РАБЧЕНОК³

¹ ОАО «Агат – системы управления» – управляющая компания холдинга «Геоинформационные системы управления», г. Минск;

² УО «Белорусская государственная академия авиации», г. Минск

³ ОАО «ВОЛАТАВТО», г. Минск

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДИСПЕТЧЕРОВ ВОЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО СЕКТОРОВ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. Рассмотрен методологический подход к повышению эффективности деятельности авиационных диспетчеров в военном и гражданском секторах с использованием информационной модели воздушной обстановки, разрабатываемой в составе интерфейса рабочего места диспетчера автоматизированной системы управления воздушным движением.

Ключевую роль в автоматизированных системах управления (АСУ) воздушным движением Единой системы организации воздушного движения Республики Беларусь играет диспетчер, реализующий функции управления воздушным движением при помощи информационной модели (ИМ) из состава интерфейса автоматизированного рабочего места (АРМ). В основе принятия управленческого решения диспетчера заложена релевантная информация о ходе управления воздушным движением, которую он получает из ИМ обстановки [1, 2].

Под эффективностью деятельности диспетчера управления воздушным движением понимается степень достижения поставленной цели в результате управленческих действий, при определенных условиях. Известно [3], что из-за характерных недостатков (конструктивных и организационных), присущих ИМ, снижение эффективности АСУ при решении типовых задач управления может достигать 7–9 %.

Анализ действий диспетчера с элементами ИМ в АСУ воздушным движением «Синтез АР2» [4] показал следующее:

- в надписях элементов ИМ используются прописные буквы без смысловой нагрузки;
- очередность в объектах типа «список» не учитывает частоту использования элементов;
- в объектах типа «да/нет» кнопки «согласия/несогласия» расположены неоднобразно;
- на различных элементах ИМ присутствуют объекты (например, пиктограммы или подчеркивания) дублирующие выделение информации, либо без смысловой нагрузки;
- не обеспечивается высокая скорость ввода информации в предназначенных для этого полях ввода;
- на экране информация представлена на различных языках, используется транслитерация;
- присутствует избыточная информация в виде IP-адресов в строке статуса;
- отсутствует возможность объединения критериев отбора воздушных судов для отображения на экране (являются взаимоисключающими);
- процедуры сворачивания, сворачивания «в окно» и закрытия окон не однообразны и не соответствуют сложившимся стереотипам;
- отдельные сокращения подобраны таким образом, что в явном виде не отражают смысловую нагрузку (например, во второй группе панели элементов управления «Control Window» (рис. 1) название кнопки «R. Areas» следует изменить на «Restrict», так как данное слово является ключевым);
- корректность ручного позиционирования углов определяемых диспетчером площадных объектов не контролируется;
- заголовки некоторых групп элементов располагаются в стороне от соответствующих им групп;
- переключение между страницами при многостраничном представлении информации осуществляется с невысокой скоростью;

- в верхней части окна высотного фильтра Height Filter (рис. 1) сочетание пары стимул-реакция недостаточно соответствует смысловой нагрузке;
- в нижней части окна высотного фильтра Height Filter (рис. 1) процедура «зуммирования» высоты предполагает переключение внимания диспетчера с отметок воздушных судов из радиолокационного окна на ползунок «Zoom» и в обратной последовательности, что приводит к излишним моторным действиям диспетчера;
- окна и панели, появляющиеся по запросу диспетчера (и используемые в дальнейшем) по умолчанию позиционируются в центре радиолокационного окна, перекрывая locus внимания диспетчера и вынуждая его проводить излишние моторные действия по перемещению указанных элементов на периферию радиолокационного окна;
- в таблице «АСТ IN» (рис. 1) информация в выделенных строках недостаточно контрастна (черные символы на темно-синем фоне);
- в таблице «АСТ IN» (рис. 1) отсутствует возможность произвольной навигации в информационных полях (навигация осуществляется только в одной последовательности, поочередным перебором элементов);
- линейные размеры закладки «METAR» (рис. 1) избыточны (значительная часть закладки не используется).

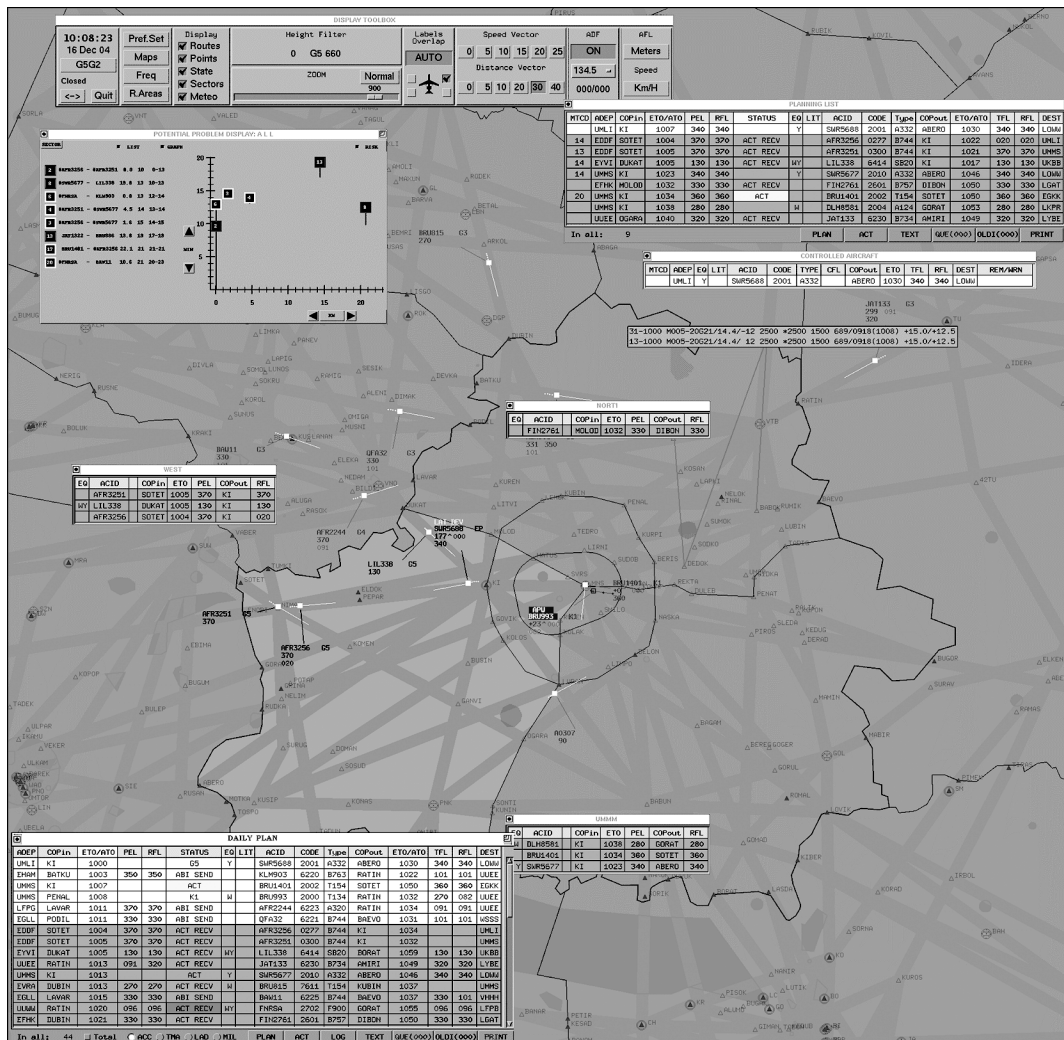


Рисунок 1. – Вид индикатора воздушной обстановки на АРМ АСУ «Синтез AP2»

Анализ деятельности диспетчера с элементами ИМ в изделии 7B860 [5] (рис. 2) позволил выявить следующие недостатки с точки зрения эргономики и инженерной психологии.

- низкое взаимное соответствие пар стимул-реакция;
- наличие значительного количества условных обозначений;
- использование нескольких алфавитов и избыточность цветовой кодировки;
- наличие взаимо-перекрывающейся информации;
- избыточные дистанции до целевых позиций элементов однородных задач.

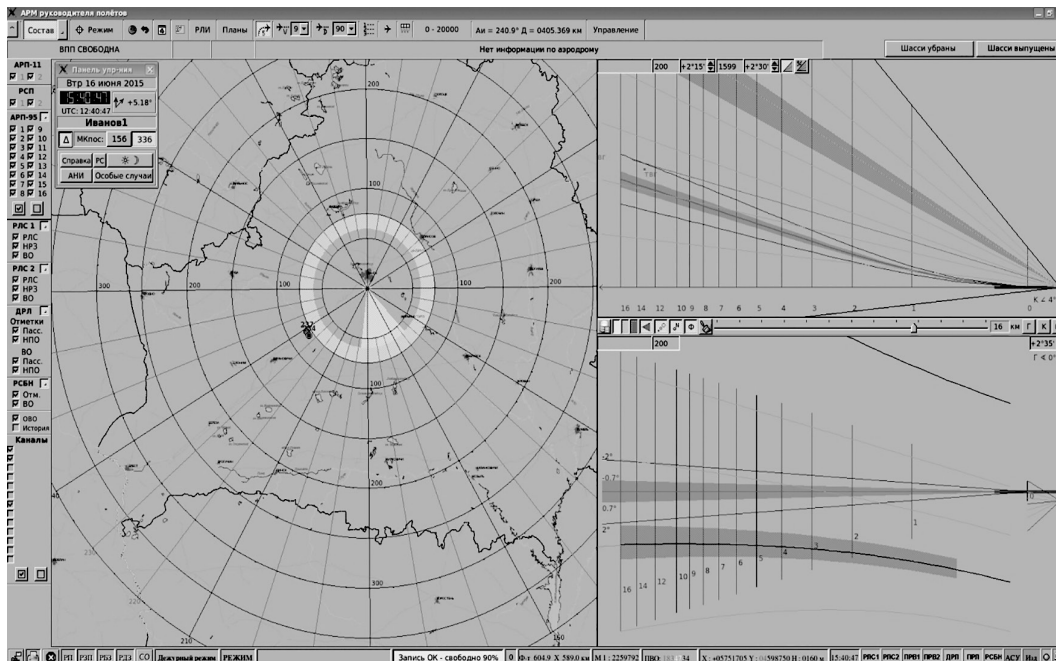


Рисунок 2. – Вид основного окна рабочего места на АРМ изделия 7В860

Указанные недостатки должны учитываться при разработке ИМ обстановки на АРМ диспетчера в АСУ воздушным движением, предназначенным для использования в условиях высокой интенсивности современного воздушного движения [6]. В рамках повышения эффективности деятельности диспетчера должны затрагиваться аспекты, связанные с последовательностью и структурой его диалога с интерфейсом, «сценарием» и «действиями сторон», информационной емкостью средства отображения информации, расположением, характером и динамикой смены информации, перцептивными и моторными компонентами деятельности диспетчера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Авиационные правила «Методика определения пропускной способности органов диспетчерского обслуживания воздушного движения»: утв. Министерством транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь 31.03.2008. – Минск, 2008. – 15 с.
2. ОТТ 1.2.2-2017 Системы и комплексы (образцы) вооружения и военной техники. Общие требования к методам контроля эргономических характеристик, обитаемости и технической эстетики. – Минск. – 2017. – 205 с.
3. Рабченко, Д. И. Анализ подходов к построению информационной модели обстановки в условиях неопределенности / Д. И. Рабченко, С. В. Кругликов // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. – 2012. – № 1. – С. 64–71.
4. Руководство оператора изделия Синтез АР2: утв. ТАЛМ.461214.003 РЭ2-ЛУ. – Москва, 2004. – 163 с.
5. Руководство оператора изделия 7В860: утв. ЕИРВ.51085-01 34 01-ЛУ. – Минск, 2015. – 190 с.
6. Европейская организация по безопасности аэронавигации (Евроконтроль). Общий обзор [Электронный ресурс]: по материалам семинаров и совещаний рабочих органов Евроконтроля с участием российских экспертов. Подготовлено во ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» Режим доступа: http://www.dspk.cs.gkovd.ru/library/data/evrokontrol_obschiy_obzor.pdf. – Дата доступа: 02.07.2018.

KAPTSEVICH O. A.¹, DUBOVSKIJA. V.², RABCHENOK D. I.³

¹Open Society «Agate – control systems» – the operating company of holding «Geoinformation control systems», Minsk

²Formation establishment «the Belarus state academy of aircraft», Minsk

³Open Society «ВОЛАТАВТО», Minsk

**INCREASE OF EFFICIENCY OF INFORMATION MODELS
OF THE AUTOMATED WORKPLACES OF MILITARY
AND CIVIL SECTORS OF UNIFORM SYSTEM OF THE ORGANISATION
OF AIR MOVEMENT OF REPUBLIC OF BELARUS**

***Summary.** A methodological approach to improving the efficiency of aviation controllers in the military and civilian sectors using the information model of the air situation developed as part of the workplace interface of the dispatcher of an automated air traffic control system is considered.*

**УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ
В ЭЛЕКТРОННЫХ ЛИЧНЫХ ДЕЛАХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ**

Аннотация. В статье рассмотрен подход к оценке угроз безопасности персональных данных, циркулирующих в информационных системах их обработки.

Развитые в технологическом плане государства осуществляют плановый переход от бумажного документооборота к электронному, в том числе и в вооруженных силах. Это позволяет повысить эффективность управления за счет оперативного и качественного делопроизводства, уменьшения времени и трудозатрат на подготовку и поиск необходимых документов, улучшения контроля и повышения исполнительской дисциплины и автоматизированного формирования отчетности.

Для вооруженных сил, кроме делопроизводства, также характерно и ведение персонального учета военных кадров. В настоящее время основной формой персонального учета являются личные дела военнослужащих, которые в настоящее время имеют бумажный вид. Создание электронного личного дела не может происходить в отрыве от его аналога в бумаге, поэтому его содержательная часть и внешнее представление соответствуют требованиям действующих документов для бумажного личного дела (ЛД).

Целевым назначением персонального учета является сосредоточение в ЛД объективных, наиболее полных персональных данных (ПД) о конкретном военнослужащем и его деятельности. Отсутствие конкретного порядка защиты этих данных в вооруженных силах может привести к тому, что персональные данные, зафиксированные на бумажных носителях (утратившие необходимость документы, справочный материал) попадают в разряд черновиков и впоследствии бесконтрольно распространяются. Причиной данных фактов является не только необдуманные действия со стороны личного состава, но и отсутствие правил, регламентирующих статус персональных данных и порядок их защиты.

Информационно-коммуникационные возможности цифровых информационных технологий (ИТ) (особенно сетевых информационных технологий) позволяют с высокой эффективностью, умышленно или неумышленно использовать ПД в ущерб их владельцу. Причем ущерб при использовании цифровых ИТ в разы превосходит ущерб при использовании классических информационных технологий бумажного делопроизводства и документооборота. Поэтому переход к использованию электронных ЛД в ведении персонального учета допустим только после определения и юридического закрепления в вооруженных силах порядка защиты ПД.

При этом немаловажным является вопрос организации защиты ПД, путем формирования необходимых требований, решить который возможно путем проведения анализа процесса защиты, который по сути является процессом защиты информации. Основной целью защиты ПД является предупреждение и противодействие процессам реализации угроз персональным данным (УПД), которые по сути представляют собой потенциально возможные события (явления), приводящие к нарушению показателей качества (целевого назначения) ЛД.

Личное дело, как совокупность ПД, представляет собой информационный ресурс, который является основополагающим элементом информационной системы обработки ПД (ИСПД) [1]. Кроме информационного ресурса в состав ИСПД входят ИТ, комплекс программно-технических средств их реализации (КПТС) и персонал (обслуживающий персонал и пользователи) (рисунок 1).

Процесс реализации УПД в общем виде представляет собой последовательность действий (событий), выполнение (происхождение) которых идет от возникновения угроз персональным данным к созданию негативных последствий путем воздействия угроз на элементы ИСПД с использованием их уязвимостей (рисунок 2) [1].

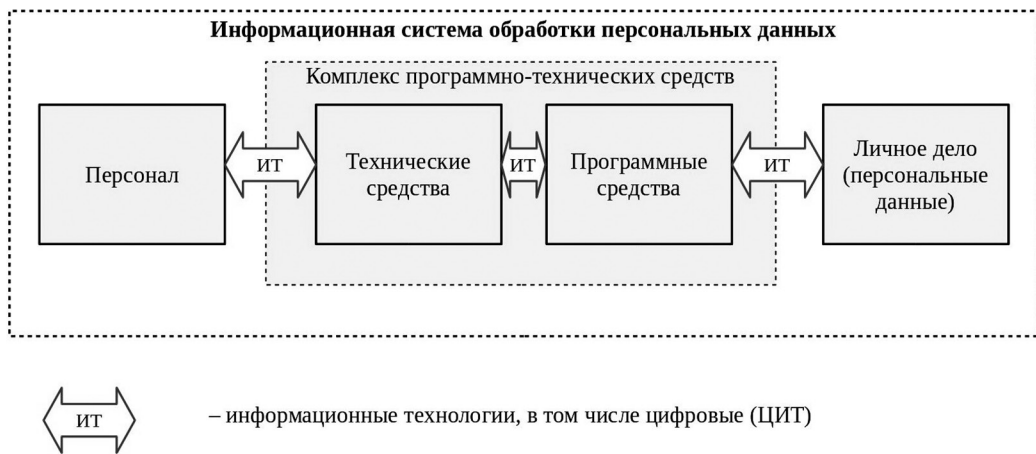


Рисунок 1. – Состав и структура ИСПД

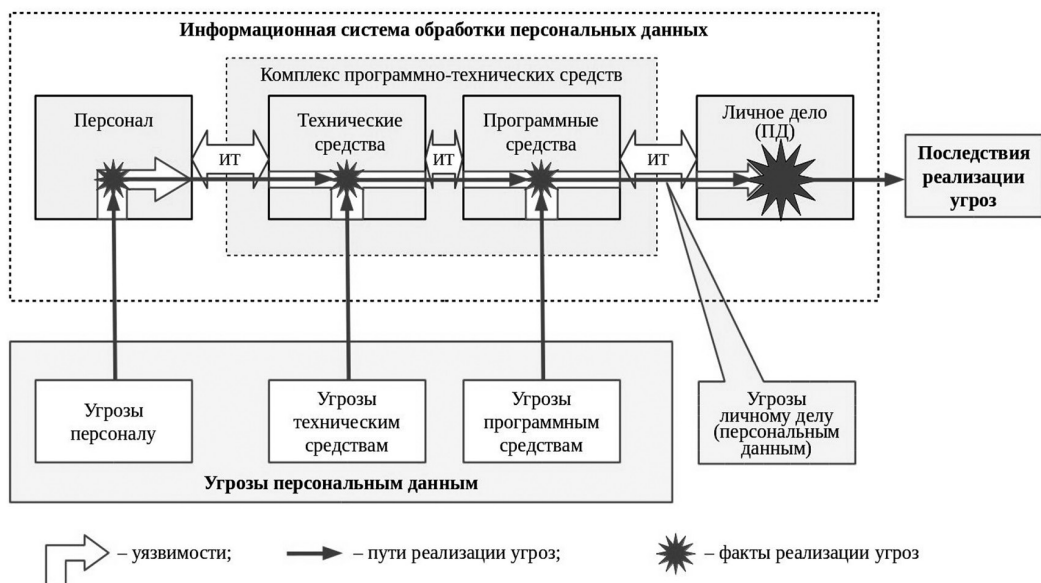


Рисунок 2. – Процесс реализации УПД в ИСПД

Каждая УПД имеет свой источник и возможные объекты воздействия, исходя из которых, угрозы можно классифицировать по типам:

а) по источнику угрозы:

- антропогенные угрозы;
- техногенные угрозы;
- природные угрозы (угрозы природного характера);

б) по объекту воздействия:

- угрозы безопасности данным, содержащимся в ЛД (УЛД);
- угрозы безопасности персоналу ИСПД (УП);
- угрозы безопасности техническим средствам КПТС (УТС);
- угрозы безопасности программным средствам КПТС (УПС).

Причем УЛД являются следствием трех других, так как воздействие на ЛД (ПД) возможно только через персонал и КПТС. Данная классификация необходима для определения в последующем мер и средств защиты ПД (противодействия УПД), для выявления уязвимостей элементов ИСПД, прогнозирования объектов воздействия и сценариев реализации УПД.

Следующий перечень содержит типовые УПД. Он не является исчерпывающим и должен быть детализирован в соответствии с требуемым уровнем защиты ПД, структурой и условиями функционирования конкретной ИСПД:

а) УЛД:

отрицательное воздействие на совокупность показателей защищенности ПД, содержащихся в ЛД (конфиденциальность, целостность, подлинность, доступность и сохранность данных);

отрицательное воздействие на отдельный показатель защищенности ЛД (ПД);

б) УП:

создание угрозы жизни персонала;

отрицательное воздействие на психические свойства персонала;

отрицательное воздействие на физиологические свойства персонала;

в) УТС:

отрицательное воздействие на совокупность показателей защищенности технических средств КПТС (конфиденциальность сведений об уязвимостях, целостность, подлинность, доступность, сохранность);

отрицательное воздействие на отдельный показатель защищенности технических средств;

г) УПС:

отрицательное воздействие на совокупность показателей защищенности программных средств (конфиденциальность сведений об уязвимостях, целостность, подлинность, доступность, сохранность);

воздействие на отдельный показатель защищенности программных средств.

Результатом воздействия УПД на ИСПД является следствие ее реализации с той или иной величиной ущерба. Специфика деятельности вооруженных сил состоит в том, что для нанесения им ущерба используются различные методы физического и (или) информационно-психологического воздействия на лиц, принимающих решения, или являющихся исполнителями различных мероприятий организации и деятельности вооруженных сил. Поэтому использование ПД может быть направлено на создание ущерба в большей степени для вооруженных сил, чем физическому лицу, владельцу ПД. Опыт ведения боевых действий показывает, что для нанесения ущерба вооруженным силам воздействуют на военнослужащих (зная их ПД) не всегда с целью нанесения им ущерба (обман, устрашение, шантаж), но и путем создания им выгоды (реализация личных интересов, интересов близких людей, подкуп). Более того, знание совокупных (статистических) ПД целых коллективов (органы военного управления) может позволить оказать негативное влияние на них, а также управлять ими. Также знание ПД может использоваться в целях повышения эффективности физического воздействия на конкретного военнослужащего, собственника этих ПД.

Знание угроз ПД, определение их типов и важности, а также последствий их реализации необходимо для последующего выбора и использования соответствующих им мер по защите ПД. Наиболее эффективно это возможно осуществить в ходе проектирования информационных систем обработки ПД.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Электронное личное дело военнослужащих (шифр «Батут»): отчет о НИР (заключительный) / Науч.-исслед. ин-т Вооруженных Сил Респ. Беларусь; рук. В. Л. Григорьев. – Минск, 2018. – 74 с.

KORDELUK V. N.

State Institution «Research Institute of the Armed Forces of the Republic of Belarus»

THREATS TO THE SECURITY OF PERSONAL DATA IN THE ELECTRONIC PERSONAL FILES OF SERVICEMEN

Summary. *The article describes an approach to the assessment of threats to the security of personal data, which are circulating in the information systems of their processing.*

УДК 623.618

М. Д. КУЗЬМЕНОК, А. В. ХИЖНЯК
 УО «Военная академия Республики Беларусь»

СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ФАКТА ПУСКА ПЕРЕНОСНЫХ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация. В данной статье описан порядок моделирования обстрела истребителя МИГ-29 ракетой Stinger FIM-92G, её обнаружение матричным фотоприемником «Raytheon Infrared Operations», и отстрел ложной тепловой цели, рассчитаны вероятности поражения и конечные промахи истребителя при заданных условиях, а также вывод о необходимости своевременного обнаружения факта пуска ПЗРК.

Исходя из опыта боевых действий последних десятилетий, одной из наиболее актуальных проблем является защита летательных аппаратов от переносных зенитных ракетных комплексов (ПЗРК).

Существующие системы защиты имеют ряд серьезных ограничений и не позволяют обеспечить должный уровень защиты от ПЗРК. Ограничения сводятся к большому количеству ложных тревог, при которых система защиты используется не эффективно (несвоевременный или ложный отстрел тепловых ловушек, ложное включение активных средств постановки помех, что ведет к демаскированию летательного аппарата и т.д.).

Одним из наиболее возможных вариантов решения данной проблемы, является оснащение летательных аппаратов многодатчиковыми системами обнаружения пусков (missile launch control system, по кл. НАТО).

В данных системах применяется 2 типа датчиков: ультрафиолетового и инфракрасного диапазона.

При оценке эффективности данных систем было проведено моделирование обстрела истребителя МИГ-29.

В качестве исходных данных примем:

цель – истребитель.

высота полета цели – 500 м.

скорость цели – 300 м/с.

маневр цели – отсутствует.

отстрел ложной тепловой цели (далее ЛТЦ) производится вертикально вверх.

погодные условия – ветер и осадки отсутствуют.

температура воздуха – 20 °С.

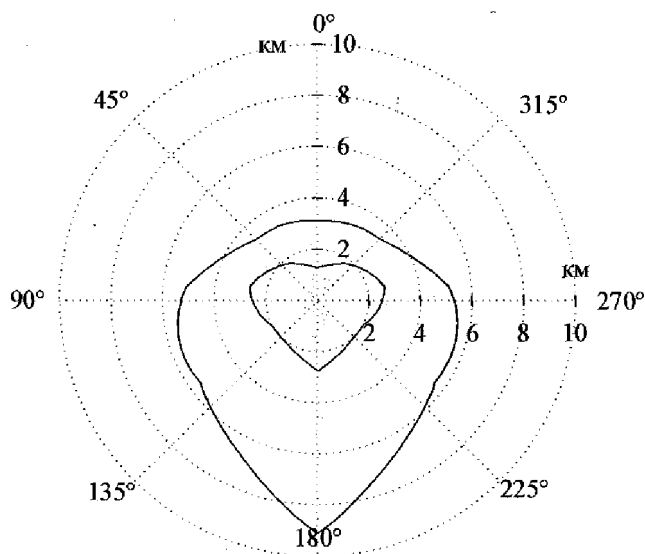


Рисунок 1. – Аппроксимированная зона поражения «чистой цели»

Цель обстреливается из ПЗРК Stinger FIM-92G, пуск обнаруживается приемником на базе матричного ФПУ с охлаждаемыми элементами *InSb* производителя «Raytheon Infrared Operations», США.

Перед началом обстрела цели необходимо рассчитать аппроксимированную зону поражения для «чистой цели».

Распределение температуры от сопла двигателя приведено на рис. 2 и необходимо для сравнения с температурой ложной тепловой цели рис. 3.

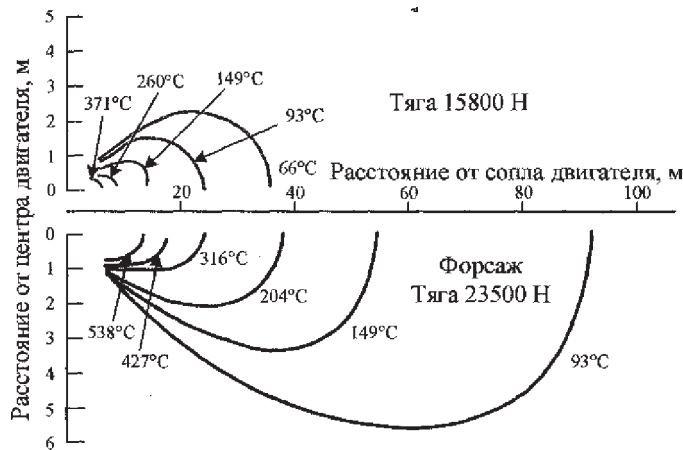


Рисунок 2. – Распределение температуры от сопла двигателя

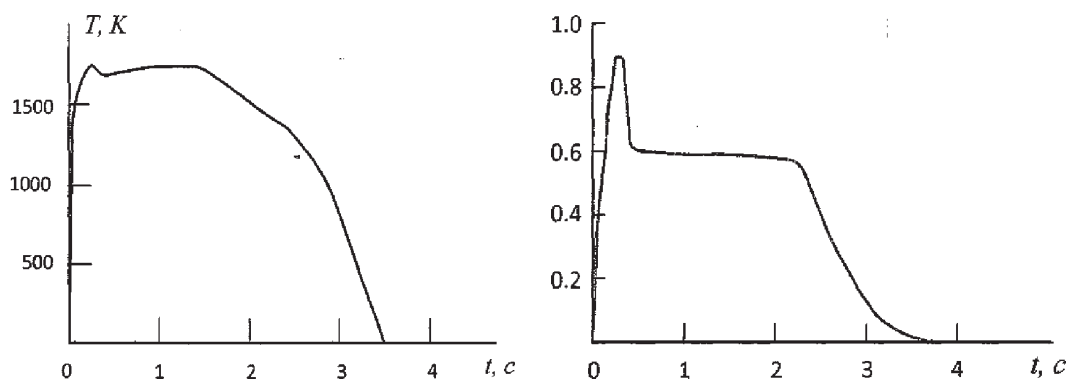


Рисунок 3. – Зависимость температуры ЛТЦ от времени горения и Зависимость площади излучения от времени горения

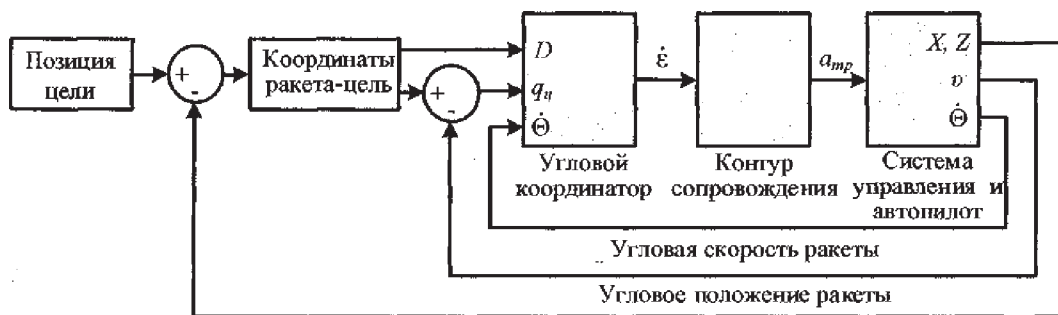


Рисунок 4. – Структурная схема модели наведения ракеты ПЗРК

В качестве примера результатов моделирования ниже приведена таблица зависимости вероятности поражения цели от времени отстрела ЛТЦ при стрельбе вдогон на дальности $D = 2000$ м, а также графики угловых рассогласований и текущих промахов.

Таблица 1. – Зависимость вероятности поражения цели от времени отстрела ЛТЦ

Ракурс, град	Время отстрела ЛТЦ, с	Конечный промах, м	Вероятность поражения
0 (ЗПС)	3	7.3	0.52
0 (ЗПС)	4	7.0	0.55
0 (ЗПС)	5	1455	0
0 (ЗПС)	6	966	0
0 (ЗПС)	7	844	0
0 (ЗПС)	8	1005	0
0 (ЗПС)	9	924	0
0 (ЗПС)	10	0.12	0.89

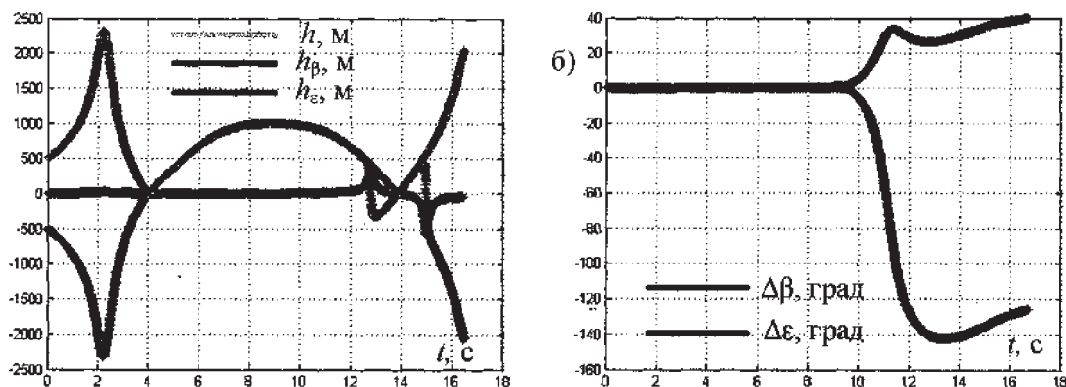


Рисунок 5. – Угловые рассогласования и текущие промахи

Исходя из данных, приведенных в таблице, можно сделать вывод, что своевременное обнаружение факта пуска ПЗРК существенно снижает вероятность поражения цели в заданных условиях. Что касается более современных ракет – влияние ЛТЦ будет значительно меньше, однако своевременное обнаружение факта пуска позволит наиболее эффективно применить более современные средства защиты летательных аппаратов, такие как постановщики помех головок самонаведения и др. Дальнейшим развитием данной идеи является разработка более эффективного способа обнаружения факта пуска ПЗРК (с меньшим уровнем ложных тревог).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Липлянин А. Ю., Хижняк А. В., Михненко Е. И., Мамченко А. С. Анализ методов восстановления оптико-электронных изображений, смазанных при движении // Докл. БГУИР. 2018 № 2. С. 40–46.
2. Воронин В. В., Марчук В. И. Методы и алгоритмы восстановления изображений в условиях неполной априорной информации. Шахты: ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2010. 89 с.
3. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MatLab. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2006. 616 с.
4. Половко А. М., Бутусов П. Н. MatLab для студентов. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 320 с.
5. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1072 с.

KUZMENOK M. D., HIJNYAK A. V.

A METHOD OF AUTOMATIC DETECTION OF THE LAUNCH OF PORTABLE ANTI-AIRCRAFT MISSILE SYSTEMS IN ORDER TO IMPROVE THE SURVIVABILITY OF AIRCRAFT

Summary. This article describes the procedure for modeling the attack of the MIG-29 by the Stinger FIM-92G missile, its detection by the matrix photodetector «Raytheon Infrared Operations», and the shooting of a false thermal target, calculated the probability of defeat and the final misses of the fighter under the given conditions, as well as the conclusion about the need for timely detection of the launch of MANPADS.

В. В. КУЛАГА, А. К. ХОТЬКО, А. Н. ШУМСКИЙ

Открытое акционерное общество «АГАТ – системы управления» –
управляющая компания холдинга «Геоинформационные системы управления»**ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО
ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА
ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Аннотация. В статье предлагается оригинальный подход к созданию универсальных пилотажно-навигационных комплексов (ПНК) для беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Основная идея предлагаемого подхода – это реализация трех основных взаимосвязанных между собой этапов при разработке: этап разработки законов и предварительной настройки параметров для будущего ПНК на имитационно-моделирующей системе с учетом особенностей и характеристик БЛА; разработка специального программного обеспечения, предназначенного для использования в специализированных контроллерах; этап разработки ПНК как устройства, устанавливаемого в БЛА.

В настоящее время каждый из разработчиков беспилотных авиационных комплексов заинтересован в локализации наиболее важных и наукоемких технологий и процессов у себя. Это в первую очередь касается технологий создания планера беспилотного летательного аппарата (далее – БЛА) и, конечно же – пилотажно-навигационного комплекса (далее – ПНК). Авторами статьи не ставится цель анализа всего многообразия подходов различных разработчиков к созданию ПНК, а предлагается свой собственный подход, который является достаточно универсальным и может быть использован при разработке ПНК для любых БЛА самолетного типа.

Предлагается рассматривать подход к созданию универсального ПНК, как технологию, состоящую из трех основных элементов, которые и обеспечат успешное достижение конечного результата только при тесном взаимодействии между собой. Основными элементами видятся: имитационно-моделирующая система динамики полета БЛА, специальное программное обеспечение, реализующее логику и законы управления БЛА ориентированное для инсталляции в микроконтроллеры, а также, непосредственно физическое устройство, устанавливаемое в БЛА.



Рисунок 1. – Основные элементы технологии создания ПНК

Имитационно-моделирующая система динамики полета БЛА представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из ПЭВМ, различных плат сопряжения, для подключения реальных устройств БЛА для проведения полунатурного моделирования и набора функционально-законченных программных модулей, обеспечивающих:

- формирование базы данных основных параметров БЛА;
- моделирование аэродинамики БЛА;
- моделирование реальных устройств БЛА (по необходимости) и их отказов;
- моделирование внешних воздействий на БЛА (турбулентность, ветер, ...);
- формирование и моделирование работы законов управления БЛА в продольном и боковом каналах с различными вариантами настроек;
- моделирование динамики полета БЛА.

При моделировании динамики полета реализован собственный подход, основанный на учете известных внутренних и внешних сил и моментов, действующих в полете на БЛА. При моделировании не используются допущения, при которых движение БЛА описывается звеном первого или второго порядка, как это реализовано во многих системах моделирующих полет самолета открытого использования.

При моделировании внешних воздействий используются современные статистические модели атмосферы.

При моделировании работы устройств БЛА и датчиков, используются подробные математические модели, учитывающие всевозможные задержки, частоту обращений, зоны нечувствительности, скорости отработки и т.д.

С учетом всего этого, разработанная и используемая в ОАО «АГАТ – системы управления» – управляющая компания холдинга «Геоинформационные системы управления» имитационно-моделирующая система является достаточно точной, обладает высокой степенью верификации (подтверждено результатами экспериментов) и позволяет рассчитывать параметры в законах управления, обеспечивающие безаварийность первых испытательных полетов нового БЛА.

Процесс расчета параметров в законах управления автоматизирован и в его основе заложена реализация современных научных достижений в области систем автоматического управления и теории нечетких множеств.

Для автоматизированной настройки параметров в законах управления применяется нечеткий логический вывод, который позволяет использовать для управления информацию качественного характера, которую достаточно сложно формализовать при реализации традиционных законов управления. При этом нечеткое управление оказывается малочувствительным к возмущениям в определенном диапазоне и демонстрирует лучшие характеристики по сравнению с классическими регуляторами.

В процессе имитации полета БЛА определяются динамические характеристики по основным каналам управления (крен, тангаж, высота, курс, скорость, боковое отклонение). По данным динамическим характеристикам осуществляется идентификация соответствующей математической модели, которая проверяется на робастную устойчивость [1].

Исходя из заданных критериев качества – перерегулирования или времени переходного процесса производится синтез полученной системы автоматического управления и с использованием нечеткого вывода составляется база знаний, в которой определенным образом входным значениям присваиваются выходные [2].

Таким образом для каждого канала управления строится своя «поверхность» нечеткого вывода, на основании которой и определяются соответствующие параметры в конкретных законах управления [3].

Следующим элементом предлагаемой технологии создания ПНК является **реализация законов и логики управления БЛА, в виде программного кода, адаптированного для инсталляции в микроконтроллер.**

Проведенные испытания подтвердили правильность реализации программного обеспечения, адаптируемого под использование в микроконтроллерах «семейства» STM32.... Испытания проводились на БЛА, с установленным, серийно выпускаемым автопилотом в котором предусмотрена возможность установки собственного программного обеспечения.

Реализация двух, указанных выше элементов технологии, является подготовительным процессом и обязательным условием перед разработкой устройства для автоматического управления БЛА в полете.

Исходя из личного опыта, авторы статьи склоняются к мнению, что на сегодняшний день подавляющее большинство ПНК, присутствующих на рынке, созданы, в основном, для использования с определенным набором датчиков и исполнительных механизмов. Использование других интерфейсов устройств требует внесения значительных конструктивных изменений.

Предлагаемый подход к созданию универсального ПНК для БЛА самолетного типа, обладает структурой построения, основанной на физическом разделении его основных компонентов. При этом он может включать:

- блок центрального вычислителя, в котором предусмотрена загрузка полетного задания, загрузка законов управления, загрузка набора коэффициентов законов управления в зависимости от текущего режима полета БЛА, модуль расчета рассогласования между основными навигационными параметрами (в соответствие с разработанной логикой управления БЛА);

- блок коммутации с реализацией возможности подключения любых (наиболее распространенных) датчиков и исполнительных механизмов, используемых для управления полетом БЛА, а также целевых нагрузок и информационно-командной радиолинии;

- бортовое устройство регистрации, используемое для документирования текстовой и видовой информации на борту БЛА. В данном устройстве обеспечивается запись параметров полета в файл с его сохранением в зашифрованном виде. По мере необходимости данная полетная информация может быть дешифрована и прочитана при помощи специально разработанного программного обеспечения. Также предусмотрена возможность конвертации данного формата файла в известные текстовые форматы (.txt, .xlsx, и др.).

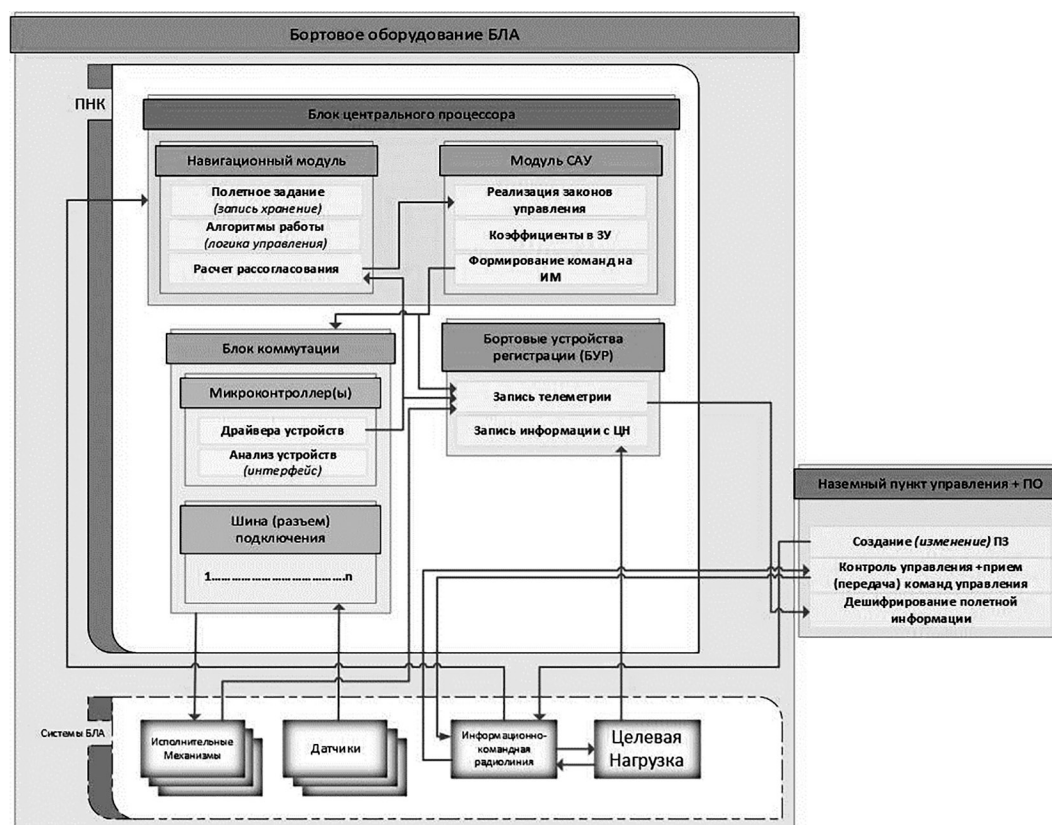


Рисунок 2. – Структура построения универсального ПНК

Основным фактором, придающим коммерческую привлекательность данному перспективному изделию может стать возможность его использования в БЛА с практически любыми датчиками и устройствами. Данный универсальный ПНК «не связывает» разработчиков БЛА конкретными интерфейсами и характеристиками устройств. Данная структура построения позволяет подключать практически неограниченное количество внешних устройств, в том числе и **внешние навигационные системы** различной стоимости и точности, обеспечивая тем самым **резервирование** основных элементов в системе автоматического управления БЛА и повышая тем самым надежность применения БЛА в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Ким Д. П., Дмитриева Н. Д. Сборник задач по теории автоматического управления. Линейные системы. М: Физматлит, 2007. – 168 с.
2. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
3. Sivanandam, S. N. Introduction to fuzzy logic using MATLAB / S. N. Sivanandam, S. Sumathi and S. N. Deepa, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. – p. 430.

KULANA V., KHATSKO A., SHUMSKI A.

Open Joint-Stock Company «AGAT – Control Systems» –
Managing Company of «Geoinformation Control Systems Holding»

TECHNOLOGY OF CREATING A UNIVERSAL FLIGHT-CONTROL SYSTEM FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES

Summary. *This article illustrates an innovated approach to the development of universal flight control system (FCS) for unmanned aerial vehicles (UAV). The main idea of the proposed approach is the implementation of three main interconnected stages of development process. The first stage involves the development of control laws and presetting the parameters for the future FCS using simulation system according to UAV features and characteristics. The second stage is the development of special software to be used in specialized controllers. The third stage is the development of FCS as a device installed in the UAV.*

Е. С. МАКСИМОВИЧ^{1,2}, М. И. ЖИГАЛКО², В. А. БАДЕЕВ², Ю. И. СЕМАК¹¹ РУП «НПЦ многофункциональных беспилотных комплексов» НАН Беларуси² Государственное научное учреждение «Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси»

ОЦЕНКА ОТРАЖАЮЩИХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТА МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. Рассматриваются вопросы комплексной априорной оценки отражающих свойств с использованием программ электромагнитного моделирования с целью решения вопросов увеличения/уменьшения эффективной площади рассеяния объектов различного назначения.

Одним из основных направлений развития современных средств вооружения и военной техники является разработка образцов, обладающих малыми значениями эффективной площади рассеяния (ЭПР). Снижение радиолокационной заметности летательных аппаратов и образцов наземной военной техники достигается в первую очередь за счет конструктивных изменений (применения специальных сглаживающих форм), покрытия радиопоглощающими материалами всего корпуса и особенно локальных участков наиболее сильного вторичного излучения, связанных с оптико-геометрическим отражением и с рассеянием на изломах поверхности, изготовления конструкций из диэлектрических (в том числе радиопрозрачных) материалов.

Однако существует ряд задач, когда необходимо увеличить ЭПР объекта. Конкретными примерами могут служить маскировка значимых объектов (стратегических предприятий, пунктов); создание ложного рельефа береговой линии; использование объектов с высокой ЭПР в качестве приманки для увода летящей ракеты с курса или перенаправления к менее значимой цели; имитация цели, изменение ее сигнатуры (сделать конкретную цель похожей на другую); радиолокационное увеличение небольших объектов для повышения их заметности и пр. В качестве одного из классов устройств, решающих данные задачи, используются пассивные отражатели (или системы на их основе), отражающие большую часть энергии, падающей на них, в направлении излучателя [1]. Такие устройства играют важную роль в обмане станций обнаружения или сопровождения. Особым классом являются пассивные многоразовые тренировочные мишени, где кроме обеспечения высокой ЭПР, разработчики должны минимизировать геометрические размеры, вес и стоимость отражателя и мишени в целом. Поскольку ракурс радиолокационной цели можно считать случайным, то и величина ЭПР в каждый отдельный момент времени является случайной. Следовательно, отражатель должен работать в широком диапазоне углов обзора и радиолокационных частот.

Получение радиолокационной информации об объектах исследования различного типа посредством проведения натуральных и физических испытаний связано со значительными материальными, техническими, организационными и временными затратами. Поэтому в качестве наиболее доступного способа получения априорных данных о характеристиках рассеяния можно рассматривать методы математического моделирования. Для решения задач моделирования объектов со сложной геометрией в статическом режиме наилучшим образом подходят программные продукты HFSS, FDTD, CST Microwave Studio Suite и FEKO, каждый из которых обладает набором методов для решения сложных электромагнитных задач [2].

В качестве объекта исследований в данной работе была использована модель макета планера длиной 125 см с размахом крыльев 126 см, корпус которого предположительно был изготовлен из стеклоткани с диэлектрической проницаемостью 3.2. Несущие и крепежные конструктивы, изготовленные из углепластика или металла, в модели отображались как металлические. Дополнительными отражателями служили двигатель, аккумуляторные блоки, ряд электронных плат и антенная система. Провода, разъемы, мелкие крепежи и детали в модели, которые могли вносить свой отклик, не учитывались. Расчеты производились на частоте 10 ГГц. На рисунке 1 показана модель расчета и распределение амплитуды электрического поля (горизонтальная поляризация) вокруг планера при фронтальном и боковом облучении плоской волной.

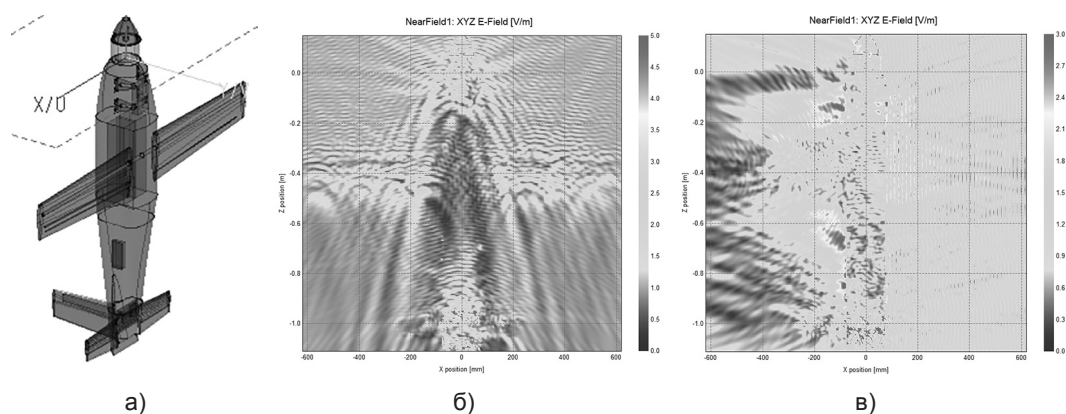


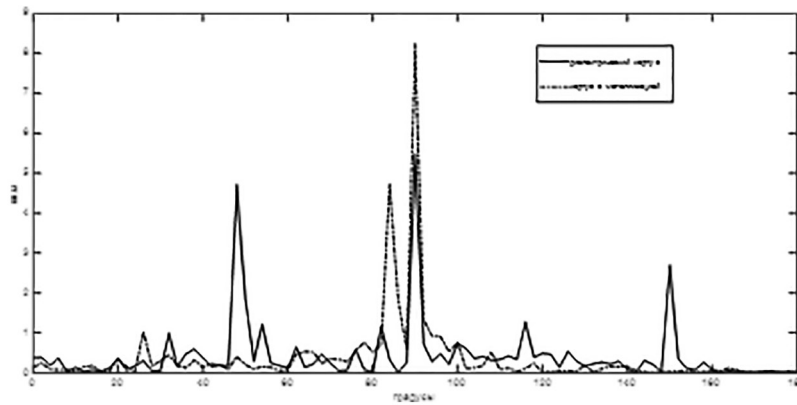
Рисунок 1. – Результаты моделирования: а) – упрощенная модель расчета; б) – распределение амплитуды электрического поля в плоскости разреза планера под крыльями вдоль фюзеляжа (плоскость XZ) при фронтальном облучении плоской волной; в) – распределение амплитуды электрического поля в плоскости XZ при боковом облучении плоской волной

Рассеяние электромагнитных волн на телах сложной формы определяется преимущественно процессами, происходящими вблизи так называемых центров рассеяния, которые и дают основной вклад в ЭПР. К таким центрам в данном случае относятся кромки, полости, выступающие элементы конструкции, плоские грани аккумуляторов (яркие вспышки в центре конструкции (рис. 1в)), бортовые антенны (хвостовая часть конструкции) и пр. При этом основное внимание должно уделяться элементам, которые ответственны за рассеяние в лобовом направлении в секторе углов ± 60 градусов от него по горизонтали и ± 15 градусов по вертикали (исходя из рис. 1а – основные отражения наблюдаются в месте установленного двигателя и в хвостовой части, где располагаются антенна и платы). Кроме плоскостей, заметное отражение обеспечивают линейные детали (элероны, рули направления и др.). В данных исследованиях не предполагался учет вклада в отражение вращающегося в носовой части планера пропеллера, так как объект находится в статическом состоянии. Тем не менее, вращение можно имитировать установкой разреженного диска из углепластика или металлической сетки.

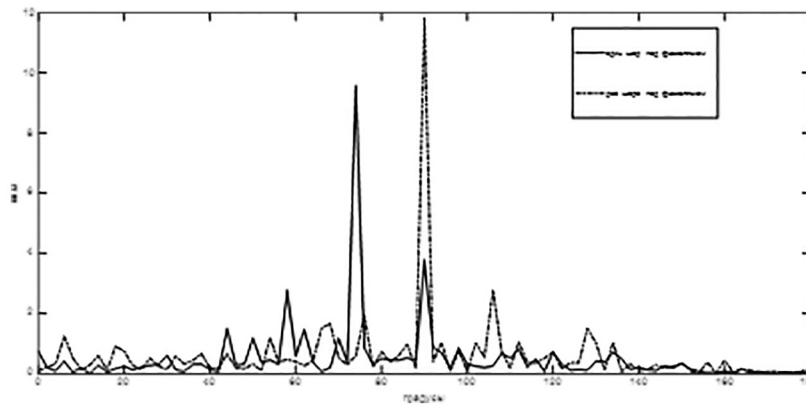
Результаты моделирования показали, что максимальная ЭПР модели с диэлектрическим корпусом составила $5.5\text{--}5.6\text{ м}^2$ для обеих поляризаций, а средняя ЭПР – 0.43 м^2 . Попытка покрытия нижней половины фюзеляжа и нижней части крыльев углеволокном привела, согласно результатам моделирования (рис. 2), к дополнительному пику на 85° и увеличению максимальной ЭПР до 8.2 м^2 , однако средняя ЭПР снизилась до 0.37 м^2 для обеих поляризаций. Это объясняется тем, что округлые формы корпуса, покрытые углетканью, замаскировали отражающие плоскости аккумуляторов, установленных внутри фюзеляжа.

Попытка использования однослойной линзы диаметром 130 мм, изготовленной из полиимиды с металлическим отражателем в виде полусферы (максимальная расчетная ЭПР линзы на частоте 10 ГГц составила 1.6 м^2 , а средняя – 0.48 м^2), установленной под углом 45° к продольной оси планера, привела суммарно к незначительному увеличению средней ЭПР до 0.49 м^2 и максимальной ЭПР $8.7\text{--}13\text{ м}^2$ для разных поляризаций. Установка второй линзы увеличила среднюю ЭПР только для вертикальной поляризации до 0.59 м^2 , что говорит о том, что нельзя прогнозировать суммарное увеличение ЭПР сложной диэлектрической конструкции без подробного изучения распределения полей в ней и взаимодействия с дополнительными отражателями, а также моделирования оптимального расположения отражателя на объекте исследования.

Таким образом, предварительное математическое моделирование позволяет априори получить информацию о распределении поля внутри и вокруг объекта исследования, определить точки наибольшего переотражения для волн разной поляризации, оценить эффективную площадь рассеяния, определить возможные варианты ее увеличения/уменьшения с помощью дополнительных конструкций или изменения в собственном конструктиве, что существенно может снизить затраты, связанные с изготовлением и проведением экспериментов.



а)



б)

Рисунок 2. – Результаты моделирования: а) – ЭПР макета планера в корпусе из стеклоткани (сплошная линия) и с металлизированной нижней половиной корпуса и крыльев (прерывистая линия); б) – ЭПР макета планера в корпусе из стеклоткани с установленной под фюзеляжем на уровне крыльев однослойной линзой (сплошная линия) и с двумя линзами (прерывистая линия)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Кобак В. О. Радиолокационные отражатели. – М.: Сов. радио, 1975. – 348 с.
2. Computational Electromagnetics. Recent Advances and Engineering Applications. Raj Mittra, Editor, Springer. 2013, 707 p.

MAKSIMOVITCH YE. S.^{1,2}, ZHIGALKO M. I.², BADEEV V. A.², SEMAK YU. I.¹

¹Republican Unitary Enterprise «Scientific-and-Production Center of multi-function unmanned systems» National Academy of Sciences of Belarus

²Institute of Applied Physics of the National Academy of Sciences of Belarus

ASSESSMENT OF REFLECTIVE PROPERTIES OF THE OBJECT USING METHODS OF MATHEMATICAL MODELING

Summary. The article considers the issues of a complex a priori assessment of the reflecting properties of objects using electromagnetic simulation programs in order to solve the problems of increasing / decreasing the radar cross-section of objects for various purposes.

М. А. МАЛИКЗОДА

РУП «Научно-производственный центр multifunctionальных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси

АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БПЛА В СРЕДЕ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОВЕРКА ПОГРЕШНОСТИ ДАННОГО МЕТОДА

***Аннотация.** Доклад посвящен проблемам гидрогазодинамического расчета. Современные ПО справляются с данной задачей с высокой точностью и избавляют от многих этапов проектирования, таких как макетирование, аэродинамический расчет с использованием аэродинамических труб, прочностной анализ конструкции. CAE-системы также нашли применение при проведении топологического анализа, благодаря чему улучшается и облегчается конструкция БПЛА. CAE-системы являются хорошим подспорьем для инженера, однако требуют от него глубокого понимания как своей профессии, так и поставленной задачи, ведь цель расчета состоит не столько в точности полученных чисел, сколько в анализе и оценке результатов.*

В данной статье рассмотрены вопросы эффективности применения средств виртуального моделирования и инженерного анализа и их влияния на производительность конечного продукта.

При проектировании любого летательного аппарата часто приходится использовать эмпирические формулы, статистические данные и многие другие относительные параметры, для проверки которых требуется создание макетов, моделей или летных образцов. В мировой практике самолетостроения при оптимизации параметров и доводке вновь разрабатываемого самолета на современном уровне науки и техники согласно опубликованным данным изготавливается значительное число моделей, превышающее 40–50 шт., а суммарное время испытаний различных моделей одного самолета т.е. время аэродинамических («трубных») экспериментов составляет 10 000–15 000 ч. Цель этих экспериментов – выявление «локальных» характеристик, т.е. оценка влияния на аэродинамику самолета отдельных его конструктивных параметров, которое трудно или невозможно оценить расчетами, и экспериментальное подтверждение основных («глобальных») характеристик, полученных в результате проектных расчетов, методика которых базируется на основных законах аэродинамики.

С использованием современного ПО (программного обеспечения) удалось минимизировать риск допущения ошибок, сократить время и объем работы значительно. Использование CAD-программ (computer aided design – система автоматизированного проектирования) в среде виртуального моделирования позволяет подходить к процессам (этапам) проектирования самолета или БЛА (беспилотного летательного аппарата) как традиционным способом, так и не традиционным, разрабатывая все более уникальные аэродинамические схемы. А использование CAE-системы (computer-aided engineering – общее название для программ, предназначенных для решения различных инженерных задач) позволяет рассчитывать с высокой точностью различные концепции ЛА, позволяет проводить проверку сложных задач по типу устойчивости и управляемости ЛА, исключая этап «макетирование» в задаче проектирования самолета.

На этапе проектирования БПЛА с использованием средств виртуального моделирования было подтверждено условие технического задания и основные летно-технические характеристики проектируемого БПЛА.

В примере БПЛА проверить точность решения гидрогазодинамики не составит большого труда на примере крыла или других несущих элементов конструкции, при проверке точности ПО использующих конечно – элементарные методы расчеты было получено 91 % точности, которая в полной мере удовлетворяет требованиям, возложенным на БПЛА, остальные 9 % погрешности турбулентности атмосферы и выбор модели турбулентности атмосферы, как всем известно точной модели турбулентности атмосферы до сегодняшнего еще не разработано. Расчет с использованием ПО для виртуального моделирования и решения инженерных задач, позволяет конструкторам подходить к задаче проектирования и инженерного анализа более концептуально, создавая все более эффективные продукты.

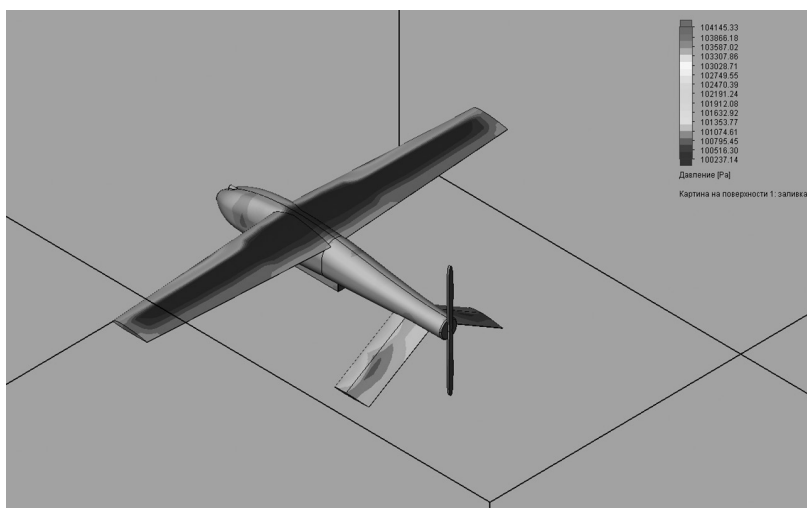


Рисунок 1. – Динамическое давления

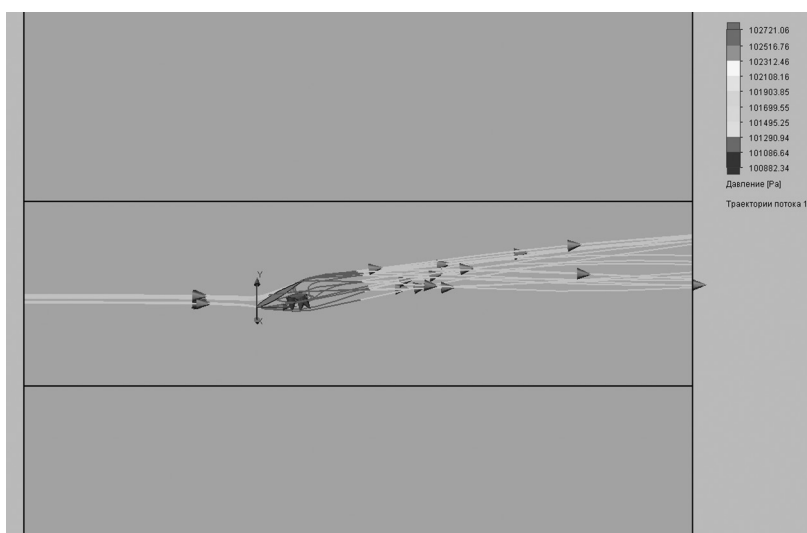


Рисунок 2. – ЦПГО дрона «КАМИКАДЗЕ»

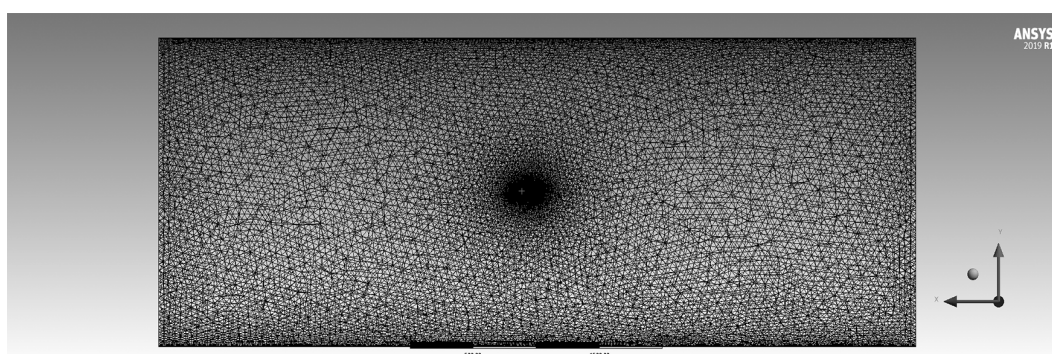


Рисунок 3. – Тетраздральная сетка ≤ 1 мм

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Егер С. М. Основы Авиационной Техники 2003.
2. ANSYS Documentation. 2019 R1.
3. Мхитарян А. М. Аэродинамика.

MALIKZODA M. A.

Scientific and Production Centre of Multifunctional Unmanned Systems
of the National Academy of Sciences of Belarus

THE IMPACT OF THE MODERN CAD/CAE SYSTEMS ON THE PERFORMANCE AND EFFICIENCY OF THE FINAL PRODUCT

Summary. *The paper addresses the issues of the fluid dynamics calculation. The modern fluid dynamics software provides high accuracy results and takes over from the engineer the bulk of the design load, such as modelling, aerodynamic calculation based on the wind tunnel tests, and the strength analysis. CAE systems are also harnessed in the topological analysis leading to a better and more lightweight UAV structure. CAE systems have become a useful tool for an engineer. Nevertheless, it is pivotal that he has decent knowledge both in his area and of the task he is working on, because the calculation is made in order to analyze and estimate the results rather than to obtain precise numbers.*

**МЕТОД ПРОГРАММНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ
ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ
ПОКАЗАНИЙ ИНЕРЦИОННЫХ ДАТЧИКОВ**

Аннотация. Использование оптико-электронных систем воздушного базирования приводит к дрожанию изображения из-за вибраций и ударов, возникающих в процессе движения. Для компенсации данных воздействий применяются различные способы стабилизации. Основной проблемой программных алгоритмов стабилизации является их быстроедействие, не всегда позволяющее функционировать в масштабе реального времени. Использование сигнала инерционных датчиков позволяет увеличить алгоритм программной стабилизации.

Введение. В настоящее время оптико-электронные системы мониторинга местности используются в различных сферах человеческой деятельности: в военной, геологических и гидрологических исследованиях, лесоводстве, охране окружающей среды, исследованиях космоса, сельском хозяйстве, планировке территорий, в военных, образовательных и других целях. На наземных наблюдательных станциях, летательных и наземных аппаратах или спутниках устанавливаются различные по принципу действия оптико-электронные системы, осуществляющие мониторинг в различных областях спектра.

Исходное изображение математически описывается как двумерная дискретная последовательность вида [4]:

$$Y_{i,j} = S_{i,j} + \eta_{i,j}, \quad i = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, M} \quad (1)$$

где $S_{i,j}$ – полезная двумерная составляющая (исходное неискажённое изображение); $\eta_{i,j}$ – аддитивная шумовая составляющая; N – количество строк; M – количество столбцов двумерного массива изображения.

Однако, при снятии данных с датчиков, вследствие воздействия различных факторов, имеют место искажения кадров исходной видеопоследовательности. По этим причинам цифровые изображения непосредственно после съёмки требуют обработки. В частности, для оптико-электронной системы мониторинга местности воздушного базирования характерными дестабилизирующими факторами будут являться механические воздействия на нее летательного аппарата. Это приведет к межкадровым преобразованиям получаемой видеопоследовательности (рис. 1).

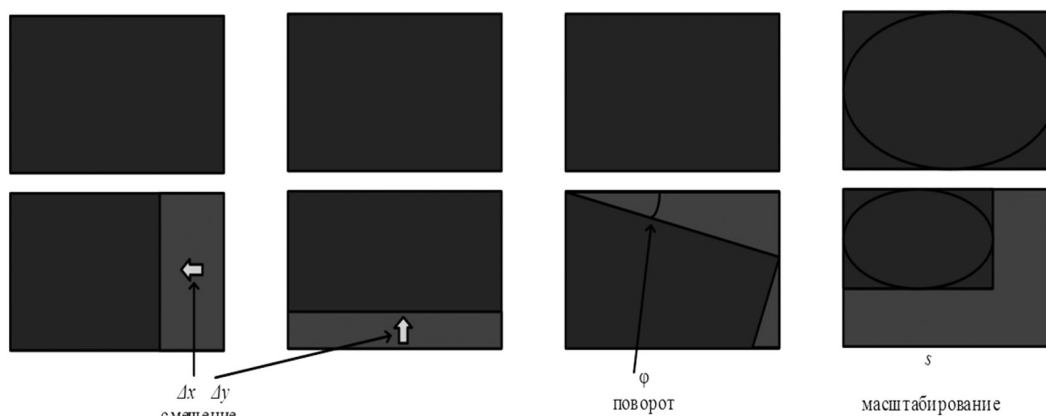


Рисунок 1. – Базовые межкадровые преобразования

Причинами межкадровых преобразований могут выступать различные факторы, основными из которых являются:

- непреднамеренное изменение положения летательного аппарата в пространстве;
- вибрация корпуса летательного аппарата;
- атмосферная турбулентность и др.

Возникновение межкадровых преобразований снижает информативность получаемых изображений фоно-целевой обстановки, а также затрудняет работу алгоритмов автоматического сопровождения [1, 2], лежащих в основе работы систем наведения оружия. Для минимизации влияния дестабилизирующих факторов используют программную, аппаратную и программно-аппаратную стабилизацию получаемых видеопоследовательностей. В настоящее время не существует универсальных способов решения задачи стабилизации видео. Это обусловлено тем, что межкадровые преобразования имеют случайный характер. Кроме того, разнообразие средств базирования и условий их эксплуатации накладывает ряд ограничений при стабилизации видеопоследовательностей.

Основная часть. Программная стабилизация видеопоследовательностей подразумевает их постобработку. При этом, данная операция требует большого объема вычислительных ресурсов и не всегда реализуема в масштабе реального времени. Увеличить быстродействие алгоритма стабилизации становится возможным за счет поиска глобального движения кадра на основе показаний инерционных датчиков таких как акселерометр и гироскоп. Использование этих данных позволит построить модель движения камеры, использование которой позволит преобразовать кадры получаемой видеопоследовательности к требуемому виду.

Описывая математическую модель камеры, предполагается, что в малой временной окрестности основное движение камеры — вращательное движение. Аргументом к данному предположению является результаты исследований, описанные в работе [3], где утверждается, что модель, которая описывает только вращательные движения, работает лучше, чем та, которая дополнительно рассматривает смещения. Подтвержденные эксперименты подтверждают, что данного предположения достаточно. Рассмотрим процесс преобразования кадра при повороте камеры. Обозначим за x координаты точки на проективной плоскости, а за X — координаты точки в пространстве (рис. 2). Также для каждой конкретной камеры зададим соответствующую ей матрицу K с параметрами (O_x, O_y) — оптический центр камеры, f — фокусное расстояние. Получим формулы для проективного преобразования [4]:

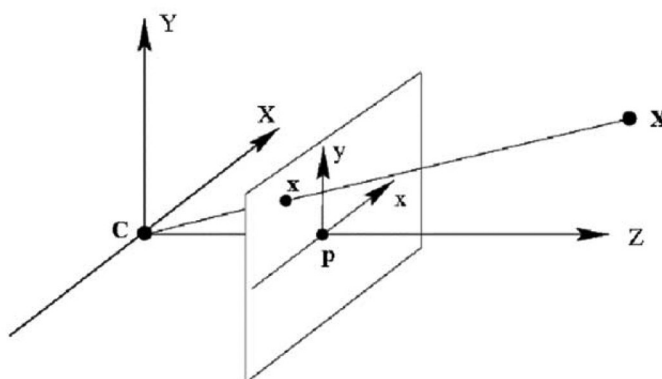


Рисунок 2. – Проективное преобразование

$$x = KX \quad (1)$$

$$K^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -O_x \\ 0 & 1 & -O_y \\ 0 & 0 & f \end{pmatrix} \quad (2)$$

Зафиксируем глобальную систему координат и предположим, что в момент времени t камера повернута относительно нее при помощи матрицы поворота $R(t)^3$. Тогда проективное преобразование примет вид:

$$x_i = KQ(t)X \quad (3)$$

Предположим, что x_i и x_j — проекции одной и той же точки X в пространстве, которая находится на кадрах i и j соответственно:

$$x_i = KQ(t_i)X \quad (4)$$

$$x_j = KQ(t_j)X \quad (5)$$

Преобразовав эти выражения, можно получить следующую связь между проекциями одной и той же точки в разные моменты времени:

$$x_j = KQ(t_j)Q^T(t_i)K^{-1}x_i \quad (6)$$

Таким образом, введем понятие матрицы трансформации изображения между моментами времени t_1 и t_2 :

$$W(t_1, t_2) = KQ(t_1)Q^T(t_2)K^{-1} \quad (7)$$

Заключение. Поиск глобального вектора движения кадра на основе показаний инерционных датчиков позволяет сократить объем вычислительных данных, что дает возможность функционировать в масштабе реального времени.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Traffic counting methods [<http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch9en/meth9en/ch9m2en.html>].
2. A summary of vehicle detection and Surveillance Technologies used in Intelligent Transportation Systems [<http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/pubs/vdstits2007/vdstits2007.pdf>].
3. Forssén P. E., Ringaby E. Rectifying rolling shutter video from handheld devices // 2010 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2010. – June. – P. 507–514.
4. Szeliski Richard. Computer Vision: Algorithms and Applications. – 2010.

MAMCHENKA A. S., HIJNYAK A. V.

Educational institution «Military Academy of the Republic of Belarus»

Summary. The use of optical-electronic air-based systems leads to image shaking due to vibrations and shocks that occur during movement. Various methods of stabilization are used to compensate for these effects. The main problem of software stabilization algorithms is their speed, which does not always allow functioning in real time. Using the signal of inertial sensors allows you to increase the software stabilization algorithm.

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ АЭРОЗОЛЬНОГО ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ОПТИЧЕСКИМ СРЕДСТВАМ РАЗВЕДКИ ВОЗДУШНОГО ПРОТИВНИКА

Аннотация. Предложены основные подходы к разработке имитационной модели аэрозольного противодействия оптическим средствам разведки воздушного противника. Предложен подход к решению задачи имитационного моделирования процесса аэрозольного противодействия оптическим средствам разведки воздушного противника

Анализ вооруженных конфликтов последнего времени позволяет сделать вывод о том, что при ведении современных боевых действий актуальной задачей является применение аэрозольных средств маскировки (АСМ), обеспечивающих скрытие объектов обороны от технических средств разведки противника, работающих в оптическом диапазоне. Кроме того, применение АСМ обеспечивает дезориентацию противника путем имитации маскировки местоположения ложных объектов и др.

Военные специалисты различных стран разрабатывают аэрозольные средства маскировки, которые могли бы использоваться в различных условиях ведения боевых действий. Большое внимание уделяется новым АСМ, способным снижать эффективность современного вооружения, которые оснащены не только оптическими, но и инфракрасными и радиолокационными устройствами обнаружения и наведения на цель [1].

Возможности аэрозольных средств маскировки по снижению эффективности средств разведки противника представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1. – Возможности средств АСМ по снижению эффективности средств разведки

Рабочие диапазоны длин волн, мкм	Технические средства разведки		
	Вид разведки	Тип технического средства разведки	Вероятность обнаружения объектов: <u>в обычных условиях</u> в условиях аэрозольного противодействия
Видимый, 0,4–0,75	оптико-визуальная	бинокли, дальномеры	$\frac{0,9}{0,02}$
Видимый и ближний ИК, 0,4–1,1	фотографическая	фотоаппаратура	$\frac{0,8}{0,02}$
Видимый и ближний ИК, 0,4–1,1	телевизионная	видеоаппаратура	$\frac{0,7}{0,02}$

Использование АСМ в сочетании с другими видами маскировки, несмотря на широкие возможности средств воздушной и космической разведки США, обеспечивали сохранение боевой готовности соединений и частей Ирака, Югославии, Ливии практически до заключительной фазы проведения наземных операций [3].

На определение содержания и объема задач маскировки, а также способов и форм применения АСМ оказывают существенное влияние физико-географические условия района вооруженного конфликта и тактика действий противоборствующих сторон. Так при неправильном выборе местоположения АСМ и момента времени их включения может иметь место невыполнение поставленной задачи (обнаружение объекта маскировки), что проиллюстрировано на рис. 1, когда в ходе одних из учений с борта вертолета противника был обнаружен объект маскировки.

Для решения задачи планирования и эффективного применения аэрозольных средств маскировки предлагается использовать имитационную модель аэрозольного противодействия оптическим средствам разведки воздушного противника, позволяющую определить оптимальное местоположение АСМ и момент времени их включения, входящую в состав разрабатываемой системы моделирования военных действий.



Рисунок 1. – Пример использования АСМ

Решение данной задачи возможно на основе моделей:
 движения средства разведки воздушного противника;
 формирования зоны его визуального наблюдения;
 объекта маскировки (обеспечивающей получение его пространственных координат и размеров);
 формирования и распространения аэрозольного облака;
 обнаружения объекта маскировки при организации мероприятий аэрозольного противодействия.

Такой подход позволит с высокой степенью адекватности выполнить имитацию как отдельных аэрозольных средств маскировки, так и оценить эффективность совместного использования различных средств в заданных условиях обстановки.

На основе предлагаемой комплексной модели разрабатывается макет аппаратно-программного комплекса имитации процесса распространения аэрозольного облака в пространстве и времени на основе цифровой карты местности и с учетом: местоположения прикрываемых объектов; характеристик средств разведки и наведения оружия воздушного противника; характеристик аэрозольных средств маскировки (время разгорания, продолжительность дымообразования, длина непросматриваемой полосы); метеорологических условий (рис. 2).

Особенностью макета является возможность исследования эффективности различных способов размещения на местности аэрозольных средств маскировки и выбора оптимального момента времени начала дымопуска.

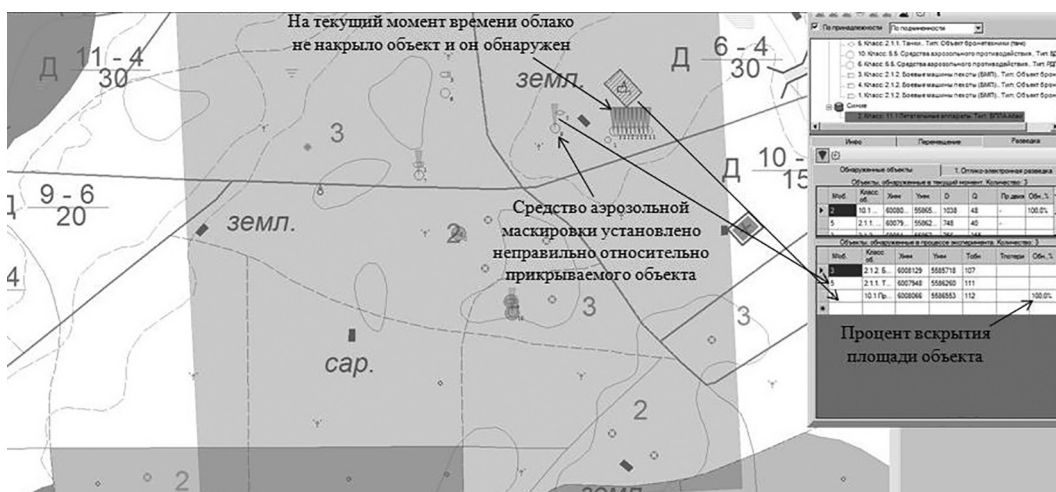


Рисунок 2. – Результаты проведения модельного эксперимента

Модуль выработки рекомендаций для принятия решения на проведение мероприятий аэрозольного противодействия позволяет после проведения модельного эксперимента проанализировать результаты и провести необходимые дополнительные мероприятия (рис. 3).

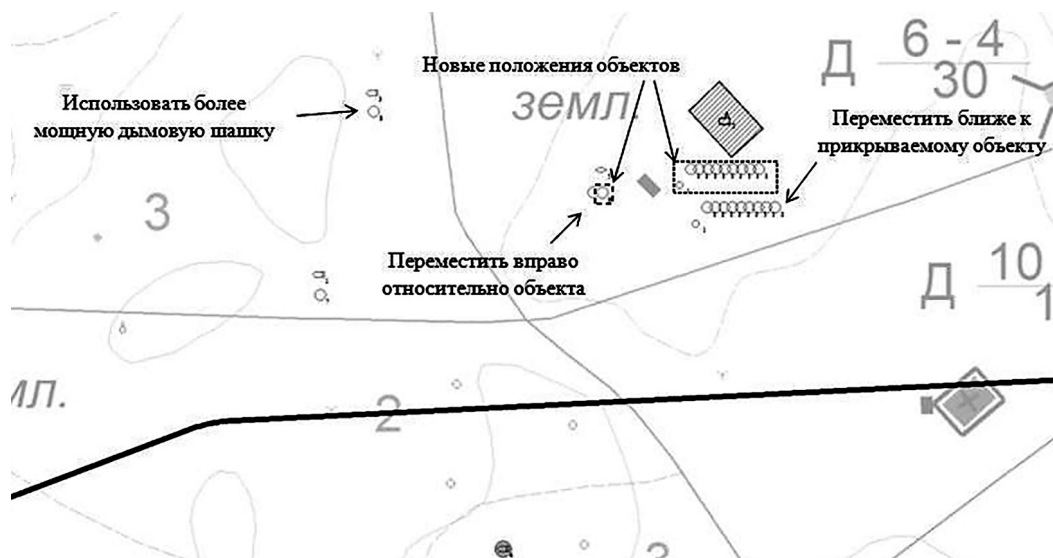


Рисунок 3. – Анализ полученных результатов

В ходе проведения натурного и модельного экспериментов была выполнена проверка работоспособности и эффективности макета аппаратно-программного комплекса и сделан вывод в пользу непротиворечивости результатов моделирования и пригодности макета к использованию на практике.

Таким образом, имитационная модель аэрозольного противодействия оптическим средствам разведки воздушного противника, обеспечивающая имитацию процесса распространения аэрозоля с учетом расположения средств аэрозольной маскировки, метеорологической информации, процесса обнаружения объектов маскировки с учетом характеристик средств разведки позволит сформулировать методику эффективного использования АСМ и решить комплекс вопросов по планированию их боевого применения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Борботько, Т. В. Поглотители электромагнитного излучения. Применение в вооруженных силах / Т. В. Борботько [и др.]; под ред. Л. М. Борботько. – Минск. : Бестпринт, 2006. – 228 с.
2. Руководство по аэрозольному противодействию средствам разведки и наведения оружия противника, применению радиопоглощающих материалов и маскирующих пенных покрытий / М-во обороны Российской Федерации. – М., 2004.
3. Мисурагин, И. А. Локальные войны и вооруженные конфликты конца XX – начала XXI века. Информационно-аналитический обзор / И. А. Мисурагин [и др.]; под ред. И. А. Мисурагина. – Мн.: УО «ВА РБ», 2007. – 143 с.

NIABORSKAYA N. N., BULOYCHIK V. M.
The Military Academy of the Republic of Belarus.

Summary. The approach to the solving the problem of simulation of the process of the counteraction to the optical reconnaissance means is given in the article. The approach of the solving of the problem of simulating the process of aerosol counteraction to optical air reconnaissance means is proposed.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИНТЕЗА СОВРЕМЕННЫХ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Аннотация. В докладе обобщены методологические основы функционирования рекомендательных систем, показана возможность формализации постановок задач для синтеза рекомендательных систем поддержки и принятия решения для лиц, принимающих решение. Установлено, что в результате применения алгоритмов коллаборативной фильтрации возможно существенно снизить неопределенность при обосновании рекомендаций лицу принимающему решение.

Рекомендательные системы – одно из наиболее популярных приложений интеллектуального анализа данных и машинного обучения в сфере интернет-бизнеса. В современных организациях и предприятиях реального сектора экономики недостаточно уделяют внимание тем возможностям, которые могут представлять информационные рекомендательные системы поддержки и принятия решения.

Рекомендательная система, оценивая состояние организационно-технической системы, может давать рекомендации лицу, принимающему решение при формировании управляющих воздействий. Объектами рекомендаций при этом служат: технические или технологические процессы, подбор персонала, организация закупок и т.п.

В свою очередь рекомендательные системы могут быть применены и при построении фазовой траектории управления организационно технической системой (ОТС). Например, лицу принимающему решение (ЛПР), при управлении предприятием или организацией приходится принимать решение в условиях неопределенности, т.е. когда некоторая совокупность внешних и внутренних характеристик функционирования ОТС неизвестна. При накоплении определенного опыта управления организацией возможно выставить некоторые предпочтения схожих по некоторым характеристикам состояний. В результате этого, несмотря на недостаточность информации о состоянии внешних и внутренних условий функционирования ОТС, а порой и практически ее полное отсутствие, возможно генерировать рекомендации, практически полностью имитирующие поведение человека. Кроме этого, рекомендательные системы могут оказать помощь ЛПР в ориентировании в большом числе внешних и внутренних факторов при принятии решений. В таком случае, результатом работы рекомендательной системы поддержки и принятия решения (РСППР) с точки зрения ОТС, будет увеличение целевых показателей эффективности.

В последние годы появилось множество компаний, занимающихся внедрением и развитием рекомендательных систем, наиболее известные: Gravity R&D, RichRelevance, Netflix, Spotify. Ежегодно проводится конференция «TheACMConferenceSeriesonRecommenderSystem», на которой встречаются представители бизнесов, нуждающихся в технологии рекомендательной системы, а также исследователи в области интеллектуального анализа данных.

С учетом [1] можно выделить **три основных методологических подхода к построению рекомендательных систем:**

- на основании признаковов описаний;
- коллаборативная фильтрация;
- гибридный подход.

Подход на основании признаковов описаний предполагает, что про внешние условия и внутренне состояние ОТС известно достаточно много информации. Например, все пользователи заполняют анкету, в которой указывают свою социально-демографическую информацию, интересы, и т.д. Про товары из интернет-магазина может быть известно их описание, предназначение, ценовая категория, бренд, и другие характеристики. По истории взаимодействия пользователей и объектов на сервисе можно построить обучающую выборку и свести предсказание предпочтения к хорошо изученной задаче обучения по прецедентам.

На практике, использование такого подхода сильно ограничено, т.к. сбор описательной информации о внешних условиях и состоянии объектов очень дорогостоящая процедура, которую зачастую невозможно организовать не в ущерб ОТС, что делает рекомендательную систему неоправданно дорогой.

Коллаборативной фильтрацией называется предсказание степени предпочтения в условиях, когда рекомендательная система не обладает полной описательной информацией о внешних и внутренних условиях функционирования ОТС, в связи с этим строится прогноз исключительно на основании непосредственного взаимодействия элементов ОТС со средой.

Гибридный подход. Несмотря на то, что алгоритмы коллаборативной фильтрации на практике показывают высокие показатели эффективности, учет дополнительной информации может сделать показатели еще выше. Одним из недостатков коллаборативной фильтрации по сравнению с методами, основанными на признаковом описании, является проблема холодного старта [2].

Гибридный подход использует композиции алгоритмов, основанных на признаковых описаниях и результатах коллаборативной фильтрации.

Как было сказано выше, коллаборативная фильтрация, предсказывает предпочтения с использованием исключительно информации о взаимодействии элементов ОТС со средой.

Пусть множество пользователей, множество объектов, информация об известных предпочтениях представлена в виде:

$$D = \{(u, i, r_{ui})\}_{(u,i) \in R}, \quad (1)$$

где $r_{ui} \in \mathbb{R}$ – вещественная степень предпочтения объекта $i \in I$ пользователем $u \in U$;

$R \subseteq U \times I$ – множество пар (пользователь, объект), про которые известна степень предпочтения.

Для дальнейшего удобства, введем также обозначение:

$R(u) = \{i: (u, i) \in R\}$ – множество объектов, смежных с пользователем u ;

$R(i) = \{u: (u, i) \in R\}$ – множество объектов, смежных с пользователем i .

По известной информации D требуется уметь строить предсказание предпочтения рекомендаций $\widehat{r}_{ui} \approx r_{ui}$ для новых пар $(u, i) \notin R$.

Матрицей оценок называется матрица $\mathbf{R} \in (\mathbb{R} \cup \emptyset)^{|U| \times |I|}$, строки которой соответствуют пользователям, столбцы объектам, а элементы принимают значение r_{ui} , если $(u, i) \in R$, иначе пропуск \emptyset . На задачу коллаборативной фильтрации можно смотреть как на задачу заполнения пропущенных значений в матрице.

Помимо предсказания значения предпочтения, на практике могут быть интересны следующие задачи:

построение списка рекомендаций из объекта, на которые не известна степень предпочтения (новые для пользователя);

определение степени схожести объектов и построение списков схожести;

обоснование списка рекомендаций – некоторое человеко-понятное пояснение почему ЛПР были сформированы следующие предпочтения.

Подходы к решению задачи коллаборативной фильтрации условно можно разделить на две большие группы [1]:

основанные на эвристиках;

основанные на построении модели предпочтения.

К первой группе методов относятся алгоритмы, выражающие пропущенные значения непосредственно через элементы матрицы оценок.

Ярким примером этого алгоритма коллаборативной фильтрации является взвешивание предпочтения по пользователям и по объектам.

Мера схожести в данном случае вычисляется по матрице оценок \mathbf{R} , либо с использованием дополнительной информации об внешних и внутренних условиях. Мера схожести является важным параметром алгоритма. Наиболее общеупотребимые простые метрики схожести корреляция Пирсона и косинусное расстояние соответствующих строк (столбцов) матрицы оценок.

Наиболее используемые и реализованные в виде библиотек с открытым исходным кодом алгоритмы описаны в статьях [1, 2, 3].

Подобные алгоритмы хороши для единоразового вычисления рекомендаций на распределенном кластере, хорошо ложатся на вычислительную архитектуру распределенных вычислений, однако плохо подходят для оперативного обновления рекомендаций. Настройка меры схожести для задачи из конкретной предметной области является скорее искусством, нежели налаженной технологией.

Одной из наиболее серьезных проблем эвристических методов является неадекватность предсказаний в условиях сильной разреженности матрицы оценок R (в смысле пропущенных значений), приводящая к невозможности подсчета метрик похожести. Сильная разреженность матрицы оценок может быть следствием проблемы холодного старта, однако в некоторых областях она сильно разрежена всегда и не может стать достаточно плотной (например, в случае интернет-магазинов, пользователь оставляет информацию о предпочтениях в среднем 2–5 объектам).

Алгоритмы из второй группы, основанные на модели предпочтения, стремятся выбрать функцию из некоторого семейства моделей. Выбор происходит, например, путем минимизации регуляризованного эмпирического риска.

Модель предпочтения на основе метода главных компонент.

Одна из наиболее известных моделей предпочтения SVD [16], определяется следующим образом:

$$\hat{r}(u, i; \theta) = p_u^T q_i, \theta = (\{p_u\}_{u \in U}, \{q_i\}_{i \in I}) \quad (2)$$

где $p_u \in \mathbb{R}^R$ – вектор скрытых (латентных) предпочтений ЛПР;

$q_i \in \mathbb{R}^R$ – аналогичный вектор для объекта;

R – размерность латентных векторов.

Модель на основе метода главных компонент может быть получена путем решения задачи оптимизации квадратичных потерь с квадратичной регуляризацией.

Обратная связь в РСППР называется событие, по которому можно судить о предпочтении ЛПР к рекомендации. Именно по обратной связи, РСППР формирует матрицу оценок предпочтений, к которой затем применяются алгоритмы коллаборативной фильтрации. Преобразование обратной связи в числовое значение предпочтения непростая и очень важная задача. Как правило, при выборе схемы оценки предпочтения оптимизируется метрика, непосредственно связанная с ключевыми показателями эффективности ОТС.

По видам обратной связи, задачи моделирования предпочтения в РСППР разделяются на два вида: с явной обратной связью и с неявной обратной связью.

Так, например, рекомендации по оценкам из пятибальной шкалы, пример задачи с явной обратной связью. Рекомендательные системы, руководствующиеся актами покупок, посещением интернет-страниц – примеры задач с неявной обратной связью.

Таким образом, в докладе обобщены методологические основы функционирования рекомендательных систем, показана возможность формализации постановок задач для синтеза РСППР для ЛПР. Установлено, что в результате применения алгоритмов коллаборативной фильтрации в РСППР возможно существенно снизить неопределенность при обосновании рекомендаций ЛПР. Научно-методологические основы при построении РСППР являются совершенно новым направлением развития теории систем и в дальнейшем нуждаются в проверке адекватности и достоверности на новых данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Gediminas, A. Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. / A. Gediminas, A. Tuzhilin / Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on, 17 (6) 734–749, 2005.

2. Andrew, I. Methods and metrics for cold-start recommendations / I. Andrew and other / In Proceedings of the 25th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, p. 253–260. ACM, 2002.

3. Badrul, S. Item-based collaborative filtering recommendation algorithms / S. Badrul and other / In Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web, p. 285–295. ACM, 2001.

SIDORENKO R. N., SHVETS O. N.
State Institution «Research Institute of the Armed Forces
of the Republic of Belarus»

**METHODOLOGICAL BASIS FOR CREATING INFORMATION
ADVISORY SUPPORT SYSTEMS AND DECISION-MAKING**

***Summary.** The report summarizes the methodological foundations of the functioning of recommender systems, shows the possibility of formalizing problem statements for synthesis recommender support system and decision making for decision makers. It has been established that as a result of the application of collaborative filtering algorithms, it is possible to significantly reduce the uncertainty in justifying the recommendations to the decision maker.*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ

Аннотация. *Сегодня становится крайне важным не увеличение численности войск, а искусное применение новых инновационных проектов, обеспечивающих качественные изменения в средствах вооруженного противоборства. Внедрение инноваций в военную область призвано изменить не только характер, но и саму философию войны. Вследствие этого в настоящее время на первый план выходит задача поиска новых инновационных путей развития Вооруженных Сил, гарантированно обеспечивающих реализацию их возможностей по обеспечению военной безопасности государства. В статье рассмотрены основные направления инновационного развития информационно-технической составляющей системы управления войсками (силами), как одного из наиболее приоритетных направлений развития Вооруженных Сил.*

Кардинальные преобразования в науке и технике, произошедшие на рубеже XX–XXI веков, положили начало коренному пересмотру военно-политическим руководством многих стран взглядов и концепций на строительство, развитие и применение вооруженных сил. Одной из них стала – концепция «сетевидной войны». Ее главным содержанием явилось масштабное внедрение в практику управления войсками новых информационно-коммуникационных технологий, позволивших полностью пересмотреть подходы к организации процессов управления. По мнению многих отечественных и зарубежных специалистов, внедрение в практику управления новых сетевых комплексов и систем явилось прорывным шагом вперед, обеспечившим не только вертикальную и горизонтальную интеграцию всех участников современного боя, но и максимальную реализацию их боевых возможностей [1].

Как показал анализ приоритетов в развитии систем и средств управления, применение новых информационных технологий привело к существенному их усложнению. И это вполне очевидно. Ведь сложность обусловлена не только количеством комплектующих и материалов, но и бесконечным множеством возможных сценариев современного вооруженного противоборства, семантическим многообразием циркулирующей в системах информации, и сложностью функций и задач управления, реализованных в них. Сегодня благодаря бурному развитию информационных технологий появилась реальная возможность повысить боевую эффективность войск, улучшить качество и оперативность информационного обмена, а также реализовать на практике новые «сетевидные» принципы управления. Именно в этом зарубежные специалисты видят инновационный подход в развитии вооруженных сил.

Рассматривая хронологию развития зарубежных армий можно отметить, что первые работы в данной предметной области начались в 70-х годах прошлого столетия с появления в США новой концепции «Интеграция систем управления и связи». В последующем в 80-х годах ее сменила концепция «Интеграция систем управления, связи и разведки», охватывающая уже не только технические средства, но и более широкий круг функциональных областей различного обеспечения войск. В начале 90-х годов была принята концепция «Интеграции систем управления, вычислительной техники, связи и разведки», предусматривающая комплексное объединение в единую информационно-коммуникационную среду сил и средств разведки, управления, поражения и обеспечения [2]. Все это позволило решить инновационную задачу по созданию новых информационно-управляющих комплексов и систем управления и вплотную подойти к реализации «сетевидных» принципов управления.

Все это стало возможным благодаря масштабному внедрению в практику военного строительства новых сетевых и информационных технологий, интегрирующих в одно целое средства разведки, управления, поражения и обеспечения. Как показал опыт современных вооруженных конфликтов, данное объединение позволило принципиально по-новому организовать процессы управления войсками и добиться максимально возможной реализации их боевых возможностей.

Анализ развития средств управления в армиях зарубежных государств позволил выделить ряд наиболее приоритетных направлений и принципов их создания (рисунки 1, 2).

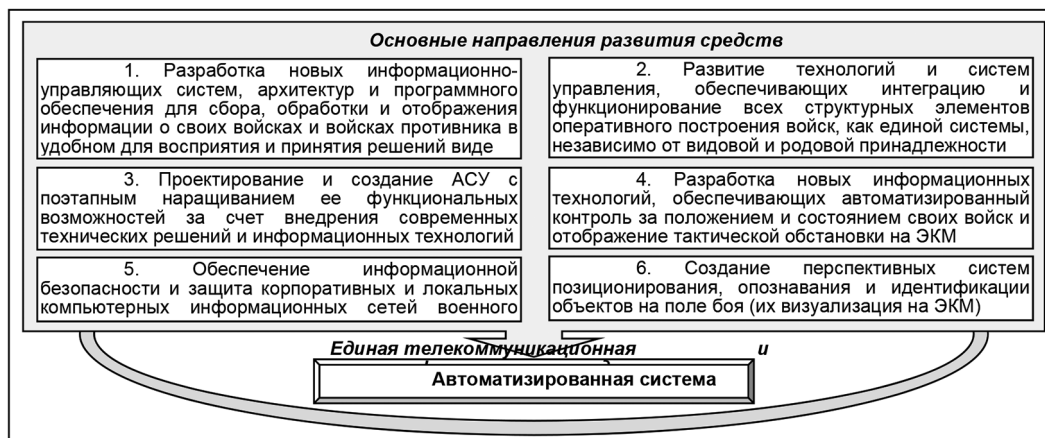


Рисунок 1. – Основные направления развития средств управления

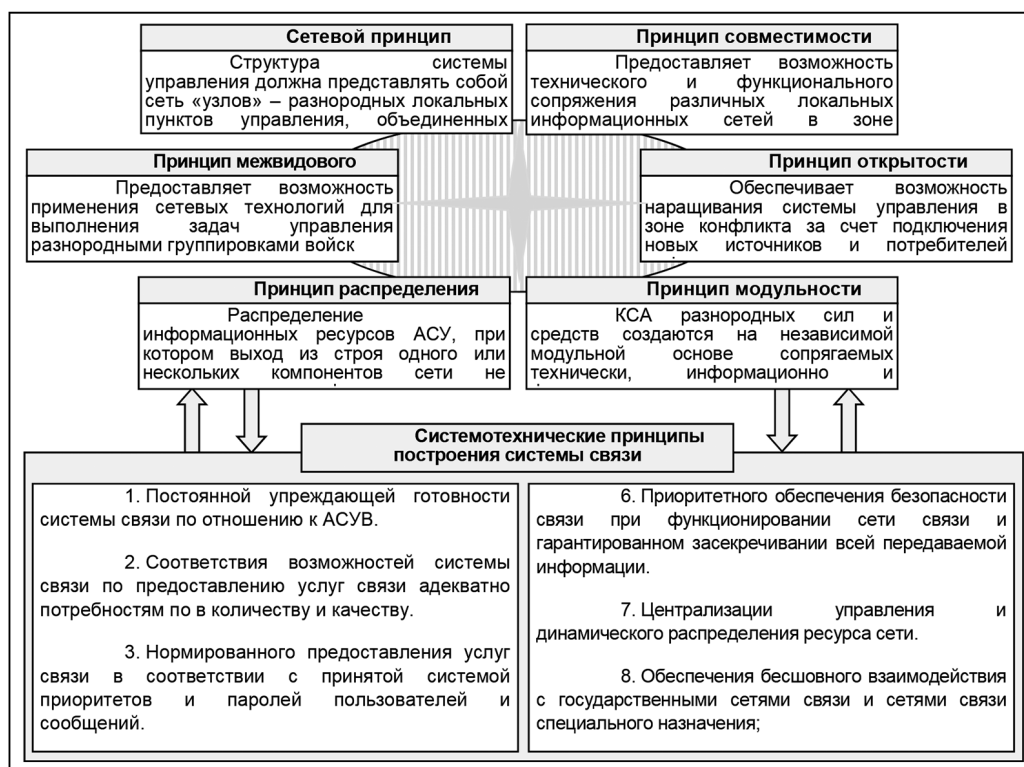


Рисунок 2. – Основные принципы проектирования средств и систем управления

В совокупности практическая реализация данных принципов и направлений позволит обеспечить возможность системного наблюдения за боевой обстановкой, проведение ее динамической оценки и точного наведения средств поражения в любом звене управления.

Проектирование подобной системы должно осуществляться комплексно, и направлено на создание работающих, на различных физических принципах пространственно-распределенных в широком диапазоне частот систем разведки, управления, связи, поражения и обеспечения. При этом следует учитывать, что в результате автоматизации должно быть достигнуто максимально возможное сокращение цикла

боевого управления и повышение качества процессов управления. Поэтому при создании современных средств управления основное внимание должно быть уделено их интеллектуальной составляющей, а именно программно реализованным расчетно-информационным задачам и многофункциональным математическим моделям, адекватно отражающим реальные условия боевых действий и взаимообусловленное влияние противоборствующих сторон.

Особая роль здесь принадлежит развитию системы связи, как базисной основы инфраструктуры системы управления войсками. Основным направлением ее развития является сбалансированный переход к новой, более совершенной форме ее построения и поэтапное внедрение цифровых способов передачи данных, распределения и коммутации сообщений и создания объединенной автоматизированной цифровой системы связи. В ее основу положено внедрение новейших информационных технологий, унификация технических средств и элементной базы, операционных систем и программных модулей, разработка и оснащение войск современными комплексами и средствами связи. В настоящее время система связи строится как широкоразветвленная соответствующая задачам войск и принятой системе управления автоматизированная система с высокоскоростными методами передачи сообщений [3].

Создавая систему связи и передачи данных необходимо учитывать ряд приоритетов:

- предоставление должностным лицам органов управления всего спектра услуг связи и инфокоммуникации, с требуемыми оперативно-техническими характеристиками;

- согласованное и сбалансированное функционирование и развитие всех структурных компонентов системы связи Вооруженных Сил с соблюдением принципов информационной безопасности;

- повышение эффективности использования арендуемых каналов передачи и сетевых трактов сети электросвязи общего пользования;

- ускоренное внедрение в системы управления войсками (силами) новых видов информационного обмена.

Для решения задач дальнейшего развития средств и систем связи необходимо реализовать следующие практические задачи:

- перевод первичной сети связи Вооруженных Сил на цифровое телекоммуникационное оборудование;

- перевод вторичных сетей связи на цифровое оборудование обработки информации и предоставления интегрированных сетевых услуг;

- оснащения полевых компонентов войск связи современными системами, комплексами и средствами связи и автоматизации процессов и задач управления.

В интересах решения данных задач в настоящее время разработаны и проходят войсковые испытания отечественные, соответствующие всем современным оперативно-техническим требованиям комплексы и средства связи. В совокупности практическая реализация представленных подходов к развитию системы и войск связи позволят уже в ближайшие годы значительно повысить их функциональные возможности и обеспечить оперативность и устойчивость управления войсками и оружием.

Особое место в системе принадлежит и средствам навигационно-временного обеспечения, наличие которых должно обеспечить гарантированную с высокой точностью топогеодезическую привязку элементов боевого порядка, позиционирование и визуализацию отдельных объектов и данных обстановки на цифровых электронных картах местности.

Немаловажное место в системе управления войсками принадлежит развитию комплексов и средств защиты информации. Как показывает опыт, сегодня комплексное применение средств управления привело к качественно новой форме вооруженной борьбы – информационному противоборству, то есть преднамеренному воздействию на системы управления войсками противника и защиту собственных средств и комплексов управления. Поэтому именно система связи и объекты средств автоматизации в рамках его ведения рассматриваются в качестве первоочередных объектов информационного воздействия противника, и их информационная безопасность во многом определяется доверенностью базового программного обеспечения и функционирующей под его управлением системы защиты информации.

Этому требованию не отвечают зарубежные программные средства. Поэтому создание отечественных информационных технологий, обеспечение их технологической независимости и информационной безопасности является важнейшей научно-прикладной задачей.

В заключении хотелось бы отметить, что только комплексное и сбалансированное развитие всех функциональных подсистем системы управления войсками, наряду со средствами разведки, поражения и обеспечения, объединенных в единую многофункциональную разведывательно-информационную ударную систему позволит гарантированно, эффективно и безопасно обеспечить реализацию боевых возможностей войск в условиях современного вооруженного и информационного противоборства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Синявский В. К. Влияние содержания и принципов «сетевидной войны» на процессы управления войсками (силами) // Наука и военная безопасность. 2010. – № 4.
2. Долгополов А. В., Богданов С. А. Эволюция форм и способов ведения вооруженной борьбы в сетевидных условиях // Военная мысль. – 2011. – № 2.
3. Глод И. В., Казаков Г. С., Синявский В. К. Пути решения проблемы обеспечения устойчивости управления войсками (силами) // Наука и военная безопасность. – 2009. – № 1.

SINIAUSKI ULADZISLAU

OJSC «AGAT – Control Systems» Managing Company of
«Geoinformation Control Systems Holding»

Summary. Today it becomes extremely important not to increase the number of troops, but the skillful use of new innovative projects that provide qualitative changes in the means of armed confrontation. The introduction of innovations in the military field is designed to change not only the nature but also the philosophy of war. As a result, the task of finding new innovative ways of development of the Armed Forces, ensuring the implementation of their capabilities to ensure the military security of the state, is now coming to the fore. The article deals with the main directions of innovative development of information and technical component of the control system of troops (forces), as one of the most priority areas of development of the Armed Forces.

**МЕТОДИКА СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА
СИСТЕМЫ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Аннотация. Использование предложенной методики, основанной на линейной регрессионной модели, позволяет обосновать выбор оптимальной структуры системы фотограмметрического обеспечения на основании заданных параметров и ограничений.

Научно обоснованное проектирование и формирование иерархической структуры системы фотограмметрического обеспечения (СФГО) различных звеньев – актуальная задача современного этапа адаптации отдельных подсистем и элементов системы ТГНО Вооруженных сил Республики Беларусь.

Структурно-параметрический синтез системы фотограмметрического обеспечения (СФГО) позволяет обосновать множество элементов структуры, отношений и связей между ними, характеристик элементов и связей, обеспечивающих в совокупности максимальную степень соответствия заданным требованиям.

Основными задачами, возникающими при подобных исследованиях, являются: математическое моделирование системы, анализ свойств системы, наблюдение состояния системы, выбор наилучшего варианта системы. В свою очередь, задача выбора наилучшего варианта СФГО состоит из ряда подзадач: формирования множества элементов выбора, определения множества допустимых элементов выбора и условий допустимости (ограничений), определения условий выбора и критериев сравнения исходов.

СФГО является целенаправленным процессом, и она будет определяться следующими показателями качества:

- оперативностью;
- результативностью;
- надежностью.

Оперативность характеризуется временем создания конечного фотодокумента из полученных фотоматериалов. Она представляет собой основную характеристику работы СФГО. На оперативность применения СФГО, характеризующейся интервалом времени от начала аэрофотосъемки (АФС) до предоставления фотодокумента потребителю, накладываются жесткие временные ограничения.

Результативность характеризуется количеством полученных фотоматериалов в исходном масштабе. В настоящее время многие из автоматизированных рабочих мест, осуществляющих первичную обработку фотоматериалов имеют недостаточное техническое оснащение, что значительно замедляет процесс обработки.

Надежность характеризуется вероятностью выполнения задачи по созданию и доведению фотодокумента до потребителя. Номинальное значение вероятности задается директивно, исходя из технических требований для военно-специальной техники.

Весьма актуальной в условиях развития средств обработки информации является задача рационального распределения функций обработки информации в различных подсистемах перспективной системы фотограмметрического обеспечения (СФГО). В качестве таких подсистем, по функциональному признаку, можно выделить подсистему сбора информации (СИ) и подсистему обработки информации (ОИ).

Постановка задачи. В обобщенной постановке задача структурно-параметрического синтеза СФГО формулируется следующим образом:

Задано множество структур X , множество допустимых параметров Y , и существует целевая функция $y^*: X \rightarrow Y$, значения которой $y_i = y^*(x_i)$ известны только на конечном подмножестве объектов $\{x_1, \dots, x_n\} \subset X$. Задача структурно-параметрического синтеза заключается в том, чтобы по выборке X восстановить зависимость y^* , то есть построить решающую функцию $a: X \rightarrow Y$, которая приближала бы целевую функцию $y^*(x)$, причём не только на объектах обучающей выборки, но и на всём множестве X .

Этап 1. Формирование опорных вариантов структуры СФГО

Одним из конструктивных способов формирования множества подсистем Y , является применение к СФГО функциональной декомпозиции. При декомпозиции сложная СФГО расчленяется на более простые подсистемы, каждая из которых, в свою очередь представляет совокупность взаимосвязанных между собой элементов S , выполняющих самостоятельные функции.

На основании предварительного анализа и функциональной декомпозиции СФГО, предлагается следующий опорный вариант иерархических структур:

Этап 2. Формирование матрицы объект-признак и ее перекодирование

Пусть каждой структуре Y соответствует ее признаковое описание $(f_1(x) \dots f_n(x))$, где $f_j: X \rightarrow R$ – числовые признаки, $j = 1, 2, 3 \dots n$.

Будем считать, что исходная информация задана стандартной матрицей объект-признак (признаковой матрицей):

$$F = \left\| f_j(x_i) \right\|_{m \times n}, \quad (1)$$

Также введем матричные значения $y = (y_i)_{1 \times 1}$ – целевой вектор; $\alpha = (\alpha_j)_{n \times 1}$ – вектор параметров. Так как все признаки неоднородны, то при решении данной задачи рассмотрим задачу классификации с разнородными признаками. В данном случае целевой вектор необходимо перекодировать в бинарную форму, имеющую вид:

$$\{y_1, \dots, y_m\} = \{0, 1\} \quad (2)$$

Универсальным способом перекодировки признака со значениями, состоящими из $\{1, 2, \dots, n\}$ в бинарные значения без потери информации и для использования классических моделей является замена столбца $(h_1, \dots, h_m)^T$ матрицы F (соответствующего признака) бинарной матрицей $\left\| \delta_{ij} \right\|_{m \times n}$, в которой:

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & h_i = j \\ 0, & h_i \neq j \end{cases} \quad (3)$$

В результате преобразований получаем матрицу $\left\| \delta_{ij} \right\|_{m \times n}$ следующего вида:

$$\left\| \delta_{ij} \right\|_{m \times n} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Этап 3. Построение линейной регрессионной модели

Для нахождения функциональной зависимости между параметрами модели воспользуемся линейной регрессией. Линейной моделью регрессии в таком случае будет называться линейная комбинация признаков с коэффициентами $\alpha \in R^n$:

$$g(x, \alpha) = \sum_{j=1}^n \alpha_j f_j, \quad (5)$$

В матричных обозначениях функционал Q принимает вид:

$$Q(\alpha) = \|F\alpha - y\|^2, \quad (6)$$

Соответственно коэффициенты линейной регрессии определяются выражением:

$$\alpha^* = (F^T F)^{-1} \cdot F^T y, \quad (7)$$

Таким образом, результат моделирования показал, что использование предложенной методики, основанной на линейной регрессионной модели, позволяет обосновать точность выбора оптимальной структуры СФГО независимо от количества параметров модели.

Основными достоинствами данной методики являются:

возможность реализации с учетом разнородных исходных данных выборки;

возможность функционирования независимо от количества исходных параметров модели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы теории наблюдений / Ю. В. Линник. – М.: Физматгаз, 1958. – 334 с.
2. Воронцов К. В. Математические методы обучения по прецедентам / К. В. Воронцов. – М.: Научное издание, 2009. – 141 с.
3. Носков В. П. Эконометрика / В. П. Носков. – М.: МЭПП, 2005. – 379 с.
4. Дьяконов А. Г. Методы решения задач классификации с категориальными признаками / А. Г. Дьяконов // Прикладная математика и информатика. – 2006. – 21 с.

SMOLSKY A. G.

State Institution «Research Institute of the Armed Forces of the Republic of Belarus»

METHOD OF STRUCTURAL-PARAMETRIC SYNTHESIS OF THE SYSTEM OF PHOTOGRAMMETRIC SUPPORT

Summary. Using of the proposed method, based on a linear regression model, makes it possible to justify the choice of the optimal structure of the photogrammetric support system based on the specified parameters and limitations.

В. В. СПЕСИВЦЕВ

ОАО «АГАТ-системы управления» – управляющая компания холдинга «Геоинформационные системы управления»

СКРЫТЫЕ НЕДЕКЛАРИРОВАННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА КИБЕРОРУЖИЯ

Аннотация. Доклад посвящен проблемным вопросам обеспечения информационной безопасности аппаратно-программной инфраструктуры вычислительных систем и сетей.

В докладе затрагиваются вопросы внедрения недеklarированных возможностей в программные и аппаратные средства как на этапе проектирования и изготовления, так и на этапе эксплуатации.

Подробно рассмотрены виды закладок, способы их внедрения и выявления. Продемонстрированы реальные примеры выявленных закладок, а также механизмы использования их уязвимостей. Описаны примеры использования уязвимостей GSM и GPS-систем.

Показаны превентивные меры для обеспечения информационной безопасности аппаратных и программных средств, используемых на критически важных объектах информатизации.

Сложившаяся в настоящее время в мире ситуация с безопасностью критически важной инфраструктуры вызывает серьезные опасения у экспертов в этой области. Ущерб, наносимый предприятиям и организациям в результате злонамеренных противоправных действий преступных элементов и группировок, оценивается внушительными суммами [3]. Существенное влияние на это оказывает внедрение аппаратно-программных закладок в используемые элементы вычислительных систем и сетей. Существенно усложняет ситуацию внедрение их на этапе проектирования и разработки.

На сегодняшний день актуальными киберугрозами аппаратно-программной инфраструктуре являются:

- копирование пользовательской информации, находящейся в оперативной или постоянной памяти вычислительной системы;
- изменение алгоритмов работы системных, прикладных и служебных программ для достижения несанкционированных целей;
- навязывание режимов работы, приводящих к блокировке функционирования вычислительной системы.

Основные источники деструктивного воздействия на вычислительные системы:

- троянские вредоносные программы;
- прикладное и системное программного обеспечения с внедренными разработчиком кодом, выполняющим недеklarируемые функции;
- элементная база вычислительных систем с реализованными на аппаратном уровне недеklarируемыми возможностями.

Программные закладки можно классифицировать по следующим признакам [2]:

- закладки, ассоциированные с аппаратными ресурсами вычислительных систем;
- загрузочные закладки, располагаемые в загрузочных секторах;
- драйверные закладки, относящиеся к прикладному программного обеспечения общего назначения;
- прикладные закладки, внедренные в программное обеспечение общего назначения;
- исполняемые закладки, внедренные в исполняемые модули;
- закладки-имитаторы, имитирующие интерфейс служебных программ;
- замаскированные закладки, маскирующиеся под программные средства оптимизации работы вычислительного средства.

Для скрытого управления ресурсами используются [2]:

- криптографические алгоритмы;
- корневые комплекты;
- различные протоколы и порты;
- реверсное управление;
- определенное время для активации.

Внедрение программных закладок может осуществляться на этапе создания программного обеспечения самим разработчиком, через системы информационного обмена, силовым или высокочастотным навязыванием.

В результате исследований, в операционной системе Windows 10 найдены скрытые средства контроля за пользователем. Нажатия клавиш перехватываются на уровне операционной системы, данные собираются и с периодичностью в 30 минут пакеты отправляются на серверы компании. Собирается информация об установленных и запущенных программах, объеме занятой памяти, журналах приложений, фрагментах оперативной памяти и т.д. После активации, Windows 10 на короткий период включает web-камеру и отправляет на серверы компании Microsoft порядка 35 Мб данных.

В качестве методов выявления программных закладок можно использовать качественные и визуальные признаки, средства тестирования и диагностики потребляемых ресурсов, специальные программные средства анализа.

Основными типами аппаратных закладок являются:

- закладки в логике микроэлектронных устройств;
- отдельные недеklarированные микроэлектронные модули;
- встраиваемое дополнительное оборудование.

Внедрение аппаратных закладок производится:

- на этапе проектирования элементной базы;
- на этапе изготовления элементной базы;
- на этапе сборки конечного изделия;
- на этапе эксплуатации готового изделия.

Блок Intel Management Engine в современных платформах Intel представляет собой серьезную опасность удаленного управления. Изначально он неотключаем и, более того, на него завязаны некоторые механизмы инициализации и функционирования процессора. Имеющаяся в нем уязвимость кроется в технологии «Intel Active Management Technology», которая позволяет получить полный контроль над системой.

Анализ полученных с помощью специальных программных средств XML-файлов показал, что они содержат структуру прошивки Intel Management Engine и описания механизма «High Assurance Platform enable», что может являться программой по созданию платформ высокой доверенности для удаленного управления системой.

Основными методами выявления аппаратных закладок являются:

- внешний визуальный осмотр вычислительных устройств;
- контроль утечек информации по побочным каналам излучения;
- контроль процесса производства элементной базы.

В целях обеспечения информационной безопасности автоматизированных информационных систем необходимо [1]:

- использовать элементную базу отечественного производства или иностранную элементную базу, прошедшую полный инструментальный контроль на наличие недеklarированных возможностей;
- использовать программное обеспечение отечественного производства или иностранного программного обеспечение, прошедшее полную проверку на наличие недеklarированных возможностей;
- использовать специальные меры контроля несанкционированного доступа к аппаратному и программному обеспечению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Ларина, Е. С. Кибервойны XXI века / Е. С. Ларина, В. С. Овчинский. – М.: Книжный мир, 2014. – 352 с.
2. Белоус, А. И. Программные и аппаратные трояны / А. И. Белоус, К. В. Гайворонский, А. С. Турцевич. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2018. – 251 с.
3. Гринвальд, Г. Негде спрятаться / Г. Гринвальд. – СПб: Питер: 2015. – 320 с.

SPECIVTSEV V.

OJSC «AGAT – Control Systems» Managing Company
of «Geoinformation Control Systems Holding» SUMMARY REPORT

**COVERT UNDECLARED CAPABILITY IS A CYBER-WEAPON
TECHNOLOGICAL PLATFORM**

Summary. *The report deals about the issues to ensure the info security of the hardware & software infrastructure of the computing systems and networks.*

The report refers to issues of introducing the undeclared capabilities into the software and hardware facilities both at the stage of designing and manufacturing as well as at the stage of operation.

The tabs, methods of their input and identification were considered in details. The practical examples of the identified tabs as well as the methods of their usage and vulnerabilities were specified. The examples of GSM and GPS system vulnerabilities were described herein.

The preventive measures to provide info security of the hardware and software facilities applied at critical info objects are specified herein.

О МОДУЛЕ ВЫБОРА АДАПТИВНОГО ВАРИАНТА ДЕЙСТВИЙ ГРУППИРОВКИ ВОЙСК В ПОДСИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ АСУ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. В докладе рассматривается перспективная подсистема поддержки принятия решений в АСУ военного назначения, позволяющая обоснованно выбирать рациональный вариант действий группировки войск при планировании операции (боевых действий).

Необходимо отметить, что одним из направлений, позволяющим обеспечить превосходство в обоснованности и оперативности над противником, является создание в подсистеме поддержки принятия решений (ПППР) АСУ военного назначения двух модулей:

- расчетно-моделирующего (модель военных действий);
- выбора адаптивного варианта действий группировки войск.

Проведенные исследования [1] по разработке системы моделирования военных действий позволили предложить вариант функциональной схемы ПППР, который представлен на рисунке 1.

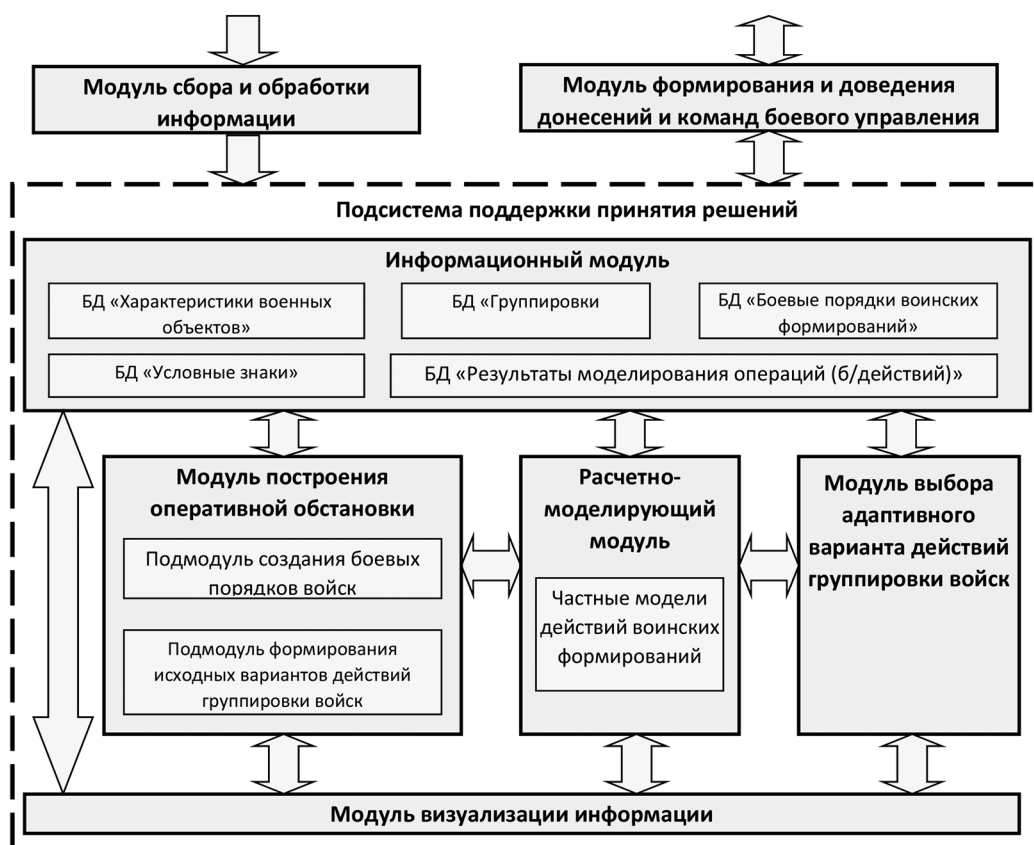


Рисунок 1. – Функциональная схема ПППР в АСУ военного назначения

В соответствии с данным рисунком расчетно-моделирующий модуль включает в себя частные модели действий воинских формирований нижнего тактического уровня (рота, батарея, группа авиации и т. д.) видов и родов войск, а также специальных войск, вооружения и тыла, территориальных войск. Результаты моделирования от этих моделей поступают в модуль выбора адаптивного варианта действий группи-

ровки войск, где для каждого k -го этапа операции (боевых действий) определяется боевой и численный состав своих войск (сил), их укомплектованность ракетами, боеприпасами и военно-техническим имуществом.

Общий порядок работы ПППР при планировании операции (боевых действий) следующий.

Исходя из прогноза состава и порядка действий войск противника, с помощью информационного модуля и модуля построения оперативной обстановки на цифровой карте местности создаются исходные варианты действий группировки своих войск (противника). Здесь на k -ом этапе операции (боевых действий) воинским формированиям тактического уровня ставятся задачи на первые сутки, а также планируются действия на последующие. После завершения ввода данных выполняется моделирование каждого суток этапа операции (боевых действий). Специфический путь выполнения поставленной задачи воинским формированием представляет собой способ применения.

По обобщенному значению критерия «эффект – потери» модуль выбора адаптивного варианта действий группировки войск оценивает степень выполнения группировкой своих войск (противника) на k -ом этапе операции (боевых действий) поставленных задач. Иллюстрация порядка оценки эффективности действий представлена на рисунке 2.

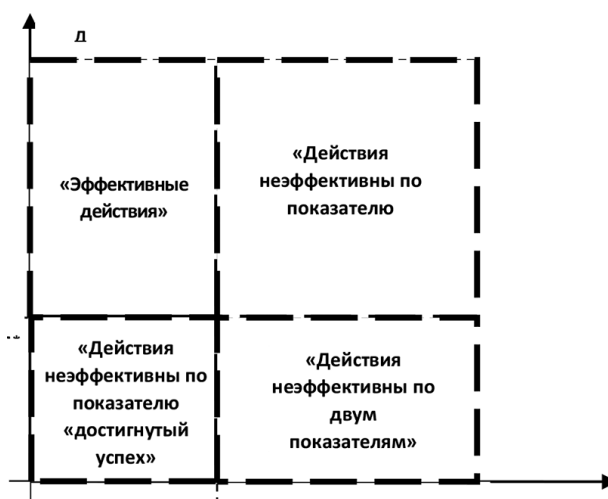


Рисунок 2. – Иллюстрация порядка оценки эффективности действий группировки своих войск (противника) на k -ом этапе операции (боевых действий)

Здесь W^D и M^C – это обобщенные значения показателей «достигнутый успех» и «боевые потери» на k -ом этапе операции (боевых действий), а W^{D*} и M^{DC} – средние допустимые (пороговые) значения показателей эффективности «достигнутый успех» и «боевые потери».

На данном рисунке показаны зоны, в которых может находиться значение удельной эффективности (отношение показателя «достигнутый успех» к «боевым потерям»):

«Эффективные действия» – группировка войск действует рационально на k -ом этапе операции (боевых действий);

«Действия неэффективны по показателю «боевые потери» – группировка войск действует нерационально на k -ом этапе операции (боевых действий), т. к. потери выше допустимых (критических);

«Действия неэффективны по показателю «достигнутый успех» – группировка войск действует нерационально на k -ом этапе операции (боевых действий), т. к. степень выполнения воинскими формированиями задач ниже допустимого уровня;

«Действия неэффективны по двум показателям» – группировка войск действует нерационально на k -ом этапе операции (боевых действий) по показателям «достигнутый успех» и «боевые потери».

Если действия группировки определены как нерациональные, тогда модуль выбора адаптивного варианта действий группировки войск оценивает действия войск на тактическом уровне. По критерию «эффект – потери» последовательно рассматривается каждое воинское формирование (ВФ), которое выполняло поставленную задачу за m -е сутки. В этом случае значения частных показателей «достигнутый успех» и «боевые потери» могут удовлетворять требованиям или наоборот. Если установлено, что хотя бы одно из данных значений не соответствует заданным условиям, тогда ВФ решало задачу нерационально.

Следует отметить, что по результатам моделирования текущее состояние ВФ группировки войск (сил) является исходной информацией для воспроизведения действий противоборствующих сторон на последующем k -ом этапе операции (боевых действий).

Как показывает практический опыт разработки моделей военных действий, для того чтобы значения частных показателей эффективности «достигнутый успех» и «боевые потери» не превышали требуемых величин, необходимо:

при формировании исходного варианта действий группировки своих войск (противника) определить рациональный боевой и численный состав ВФ (не всегда это возможно);

перед моделированием k -го этапа операции (боевых действий) задать эффективный способ применения ВФ, участвующего в решении задачи группировки войск, а именно:

откорректировать его боевой порядок;

установить время выполнения тактической задачи;

определить направление действий, т. е. маршрут передвижения;

задать способ применения, который характерен конкретному типу войск (род войск, специальные войска, вооружение и тыл, территориальные войска).

Таким образом, при разработке перспективной ПППР в АСУ военного назначения для повышения обоснованности и оперативности планирования операций (боевых действий) необходимо создавать два модуля: расчетно-моделирующего и выбора адаптивного варианта действий группировки войск. Второй модуль здесь занимает важное место, т. к. используя концепцию адаптивизации и с учетом критерия «эффект – потери» можно выбрать рациональный вариант для каждого k -го этапа операции (боевых действий).

Преимущества такой ПППР по отношению к другим заключаются в том, что создается только один исходный вариант действий, а не их большое множество. В результате сокращается время на подготовку исходных данных для расчетно-моделирующего модуля, а также осуществляется выбор наиболее рационального варианта действий группировки своих войск.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Отчет о НИР «Дисна» (закл.) / НИИ ВС РБ; рук. Д. И. Вержбалович. – Минск, 2012. – 98 с.

TAMASHOU V. N.

State Institution «Research Institute of the Armed Forces of the Republic of Belarus»

ON THE MODULE FOR SELECTING AN ADAPTIVE OPTION FOR THE ACTIONS OF A GROUPING OF TROOPS IN THE DECISION SUPPORT SUBSYSTEM OF A MILITARY AUTOMATED CONTROL SYSTEM

Summary. The report discusses a promising decision-making subsystem in military automated control systems, which allows for a rational choice of actions for a group of forces when planning an operation (combat actions).

И. Ф. ШЕЛЕСТ, А. В. ХИЖНЯК, В. И. ПАНАСЮК
УО «Военная академия Республики Беларусь»

АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ БОЕВЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ ВОЙСКОВОЙ ПВО ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ

***Аннотация.** В данной статье раскрываются основные проблемные вопросы организации процессов управления боевыми действиями ПВО СВ и перевода на новый уровень их аппаратуры автоматизации.*

Цель противовоздушной обороны сухопутных войск достигается выполнением ряда задач, для решения которых предназначены подразделения противовоздушной обороны имеющиеся в их составе. Возникает необходимость определения подразделениям противовоздушной обороны сухопутных войск (далее – ПВО СВ) таких задач, которые, с одной стороны, были бы выполнимы, а с другой – обеспечивали бы защиту прикрываемых войск и объектов от ударов средств воздушного нападения (далее – СВН). Основным требованием выступает необходимость надежного прикрытия войск и объектов от ударов воздушного противника и сохранение их боевого потенциала на уровне, обеспечивающем выполнение ими боевых задач.

Основным содержанием противовоздушного боя является разведка СВН противника, огонь зенитных ракетных средств и их маневр в ходе боя. Исходя из этого боевые возможности зенитного ракетного подразделения определяются разведывательными, огневыми и маневренными возможностями.

Проблема информационного обеспечения командных пунктов, пунктов управления ПВО в процессе реализации ими своих функций занимает одно из центральных мест в общей структуре проблематики теории управления огнем. Очевидно, что высокое качество информационной модели обстановки, используемой органами управления при выработке решений, является необходимым условием их эффективного функционирования.

Для управления подразделениями ПВО механизированной бригады в настоящее время оборудуется подвижный пункт управления ПВО – на базе ПУ-12М (изделие 9С482М). В качестве источников информации для такого пункта управления могут использоваться:

средства радиолокационной разведки подразделений ПВО СВ (подвижный пункт разведки и управления 9С80-1 и РЛС П-19 через аппаратуру АСПД-У с отображением на ИКО вторичной радиолокационной информации; РЛС П-18, П-19, П-40 по кабелям сопряжения на расстоянии до 300 м с отображением на ИКО первичной воздушной обстановки);

средства радиолокационной разведки подразделений ВВС и войск ПВО (по сетям оповещения с отображением информации на планшете, штатные режимы автоматизированного обмена не предусмотрены).

Современные автоматизированные системы управления (далее – АСУ) управляют как войсками так и оружием. ПУ-12М предназначен для управления оружием и используется в качестве батарейных командных пунктов.

Подвижный пункт управления ПУ-12М предназначен для управления боевыми действиями подразделений ПВО, вооруженных:

- зенитными ракетными комплексами «Оса-АК(АКМ)»;
- зенитными пушечно-ракетными комплексами «Тунгуска»;
- зенитными самоходными установками «Шилка»;
- зенитными ракетными комплексами «Стрела-10М2(М3)» (автоматизированно);
- переносными зенитными ракетными комплексами «Игла» (используется переносной электронный планшет, обеспечивающий одновременный прием целеуказаний по 4 целям).

- При боевой работе на пункте управления ПУ-12М решаются следующие задачи:
- приведение подразделений ПВО в соответствующие степени боевой готовности;
 - прием, отображение и обработка данных о воздушной обстановке;

- оценка воздушной обстановки;
- оценка положения и состояния подразделений ПВО;
- принятие решения на отражение налета воздушного противника, постановка огневых задач командирам зенитных взводов (установок, боевых машин) и контроль за их выполнением;
- предупреждение о пролетах своей авиации в зонах боевых действий подразделений ПВО;
- оценка радиационной и химической обстановки в районе действий средств ПВО, принятие мер по ликвидации последствий применения оружия массового поражения.

Одновременно с развитием СВН противника и последовательным совершенствованием техники АСУ, проблемы управления огнем подразделений ПВО СВ остаются актуальными и в настоящее время. Центральное место среди них занимает вопрос повышения эффективности управления огнем. Его сущность заключается в противоречии между уровнем огневых возможностей подразделения или группировки (ее боевым потенциалом) и способностью человека (командира) реализовывать их в ходе боя в соответствии с поставленной задачей и сложившейся обстановкой.

Вместе с тем в структуре общей проблематики следует выделить совокупность частных проблем, главными из которых являются: оперативность управления, качество принимаемых в процессе управления решений, автоматизация управления, развитие её материальной базы.

Основными факторами, обуславливающие обострение обозначенных проблем являются:

постоянное динамичное развитие боевых возможностей СВН и как следствие – усиление огневого и радиоэлектронного противодействия стрельбе и управлению огнем средств ПВО;

значительное усложнение условий принятия решений должностными лицами;

отсутствие единых методических подходов к дальнейшей автоматизации трудноформализуемых творческих элементов управленческой деятельности командиров;

отсутствие полного взаимодействия с системами управления высшего уровня (влечет за собой нерациональное управление огнем зенитных ракетных комплексов, что приводит к значительному снижению уровня реализации их боевого потенциала);

резкое увеличение количества типов зенитных ракетных комплексов и числа огневых единиц (каналов) каждого типа в группировках и др.

Основные недостатки пункта управления ПВО на базе ПУ-12М:

– общее моральное устаревание как аппаратуры автоматизации так и средств подвижности (БТР-60);

– не автоматизировано решение задач целераспределения (далее – ЦР) и целеуказания (далее – ЦУ);

– информационное взаимодействие подвижных пунктов управления со средствами радиолокационной разведки и объектами управления (боевыми средствами) реализуется только с помощью имеющейся в составе системы передачи данных (АСПД-У и АСПД);

– аппаратура АСПД-У не обеспечивает решение задач, связанных с полуавтоматическим сопровождением траекторий целей;

– данные топопривязки вводятся в аппаратуру АСПД оператором вручную;

– характеристики целей (высотная зона, признаки: СВОЙ, ЧУЖОЙ, ГРУППОВАЯ) вводятся оператором с помощью блока ДХ;

– автоматическая передача и прием вторичной радиолокационной информации осуществляется со скоростью 234 или 468 Бод (скорость обмена аппаратуры передачи данных современных КСА от 1200 Бит/с);

– режим работы с 32 или 40 элементарными кодовыми посылками (разрядами) (современных КСА - 69, 117, 165 Бит);

– не предусмотрено штатное взаимодействие стоящих на вооружении КСА ВВС и войск ПВО (9С800М1, 9С810, 7В930, 7В940, 7В960, 7В970 9С52М1, 7В830 7В800) в автоматизированном режиме с пунктами управления ПВО СВ (ПУ-12М).

Несмотря на вышеуказанные недостатки, подразделения ПВО СВ представляет собой группировку, способную решать поставленные задачи в «автономном» поряд-

ке. Для этого, в их составе имеются и средства обнаружения воздушных объектов, и средства решения задач (хоть и устаревшие), и средства уничтожения воздушного противника.

Однако, ведя разговор о единой системе автоматизированного управления ВВС и войск ПВО, для достижения наивысшей эффективности боевых действий, следует вести речь об интеграции ПВО СВ в единую систему управления. Основным элементом, позволяющим осуществить такую интеграцию на данном этапе, является КСА (автоматизированное рабочее место).

Это позволит в первую очередь как интегрировать ПВО СВ в единую систему управления (посредством специальной аппаратуры сопряжения обеспечивающей «взаимопонимание» вышестоящего командного пункта и зенитных ракетных комплексов), так и перевести процесс управления огнем зенитных ракетных средств подразделения ПВО СВ на новый уровень, а именно применить новейшие технологий для автоматизации трудно формализуемых, творческих функций управления (например: решить задачи автоматизированного ЦР и ЦУ; унификации образцов АСУ, обеспечивающих возможность оперативного создания смешанных группировок средств ПВО различного состава и оперативно-тактического назначения).

Эффективность АСУ ПВО СВ после интеграции в единую систему управления ВВС и войск ПВО можно оценить приростом эффективности $W_{асуи}$ за счет применения данной АСУ:

$$\Delta W_{асуи} = \frac{W_{асуи} - W_{асун}}{W_{асун}} 100 \% ,$$

где $W_{асуи}$ – показатель, характеризующий эффективность ведения боевых действий при использовании данной АСУ интегрированную в единую систему ВВС и войск ПВО;

$W_{асун}$ – то же, но без интеграции.

Эффективность управления зенитными ракетными комплексами различных типов зависит от правильности решения задачи ЦР на КП.

Правильность решения указанной задачи зависит от качества задачи ЦР при выбранном способе ее решения относительно неавтоматизированного ЦР.

Оптимизация ЦР в подразделениях ПВО СВ осуществляется в настоящее время весьма упрощенно, так как на пункте управления ПУ-12М не автоматизировано решение задач ЦР и ЦУ.

В качестве показателя, характеризующего качество решения задачи целераспределения (автоматизированным и неавтоматизированным способом) целесообразно использовать значения количества обстрелянных целей за время удара, полученное для автоматизированного ($N_{ацр}$) и неавтоматизированного ($N_{нцр}$) способов решения указанной задачи.

Количественное значение величины $N_{ацр}$ при моделировании процесса отражения воздушного удара с использованием учебного стационарного комплекса АСУ ВВС и войск ПВО (изделие 9С920) при ручном и автоматизированном способах решения задачи ЦР оказывается выше $N_{нцр}$.

Вся история вооруженной борьбы свидетельствует о том, что объективным преимуществом в ней обладает та сторона, силы и средства которой сведены в систему более высокого порядка. Поэтому всемерное и постоянное совершенствование процесса управления огнем (как основной функции системы управления) является чрезвычайно значимым и обеспечивает наиболее ощутимый прирост эффективности боевого применения зенитных ракетных средств.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Азаренок И. П. и др. Справочник офицера Военно-воздушных сил и войск противовоздушной обороны / Под редакцией И. П. Азаренок. – Минск: командование ВВС и войск ПВО, 2009. с. 511.
2. Гамаюнов В. И., Мисько В. А. Устройство и эксплуатация подвижного пункта управления 9С482М (ПУ-12М). – Минск: Издание академии, 2004.
3. Кун А. А. и др. Системотехника ЗРК / А. А. Кун, В. Ф. Лукьянов, С. А. Шабан; Под ред. А. А. Куна. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Издание академии, 2001. с.134.

4. Мисько В. А. и др. Принципы построения зенитных комплексов ближнего действия / В. И. Гамаюнов, А. Ф. Мельц, В. А. Мисько, А. И. Федоров, П. П. Якшонок; Под редакцией В. А. Мисько. – Минск: издание ВА РБ, 2005.

5. Янцев А. П. и др. Основы обработки передачи информации. Воениздат, 1978 г.

SHELEST I. F., HIJNYAK A. V., PANASUK V. A.

THE ORGANIZATION OF MANAGERIAL PROCESSES ASPECTS OF ARMY AIR DEFENSE IN THE ANTI-AIRCRAFT DEFENSE PROBLEM

Summary. *The basic problem questions of the organization of managerial processes of operations of army air defense and its new level automation reveal transfer is presented in the article.*

УДК 623.74:629.7

А. А. ЩАВЛЕВ, П. П. ЯКШОНОК

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов»
Национальной академии наук Беларуси

ОЦЕНКА ИНДИКАТРИСЫ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА БЕЗ РЕАЛЬНЫХ ПОЛЕТОВ

Аннотация. В докладе рассматриваются: организация измерений, методика измерений и пересчета термографических изображений беспилотных летательных аппаратов в индикатрису излучения в различных спектральных диапазонах инфракрасного излучения и основные результаты измерений.

В последнее десятилетие наряду с традиционными пилотируемыми летательными аппаратами нашли широкое применение беспилотные летательные аппараты (БЛА), которые могут привлекаться как для ведения воздушной разведки местности, наблюдения за объектами, дистанционного мониторинга природных ресурсов, так и в военных целях. Их характерными особенностями являются: малые размеры, малая мощность двигательной установки, применение при их изготовлении композитных материалов, что заметно снижает их заметность в радиолокационном, инфракрасном и акустических диапазонах.

Объективной оценкой излучательной способности БЛА в инфракрасном диапазоне служит их индикатриса излучения. Параметры индикатрисы в значительной степени зависят от мощности силовой установки, режима ее работы и ракурса визирования БЛА. Кроме того, для определения силы излучения в различных направлениях требуется дорогостоящая аппаратура типа радиометра, обеспечивающая измерения в широком спектральном диапазоне. Последние достижения в развитии теплоизмерительной аппаратуры значительно расширили функциональные возможности тепловизоров, в частности по дистанционному измерению температуры не только объекта в целом, но и отдельных его элементов. Наиболее достоверные результаты могут быть получены при максимальном использовании углового поля зрения тепловизора.

Сущность предлагаемой методики заключается в следующем. БЛА с работающей силовой установкой в номинальном режиме с помощью подъемного устройства (автокрана) поднимается на требуемую высоту и с помощью расчалок фиксируется в этом положении (рисунок 1). С помощью средств контроля режима работы силовой установки поддерживается температурный режим, соответствующий реальному номинальному режиму полета. По радиусу, центр которого совпадает с точкой подвеса, обеспечивающему полное попадание теплового изображения БЛА в угловое поле зрения тепловизора (рисунок 2) перемещается тепловизор с фиксацией термограмм (рисунок 3).



Рисунок 1. – Общий вид подвешенного и зафиксированного БЛА

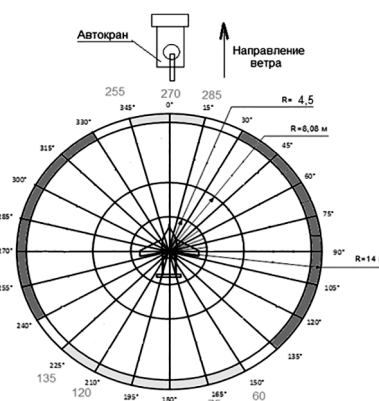


Рисунок 2. – Разметка площадки для перемещения тепловизора

Далее процесс повторяется для другой высоты подъема БЛА и для других режимов работы силовой установки. Обработанные с помощью законов теплового излучения термограммы позволяют получить индикатрису излучения для различных спектральных диапазонов (рисунок 2).



Рисунок 3. – Вид термограммы с ракурса азимут 90°, угол места 36° на номинальном режиме работы ДВС



Рисунок 4. – Вид термограммы с ракурса азимут 90°, угол места 36° при работе ДВС на взлетном режиме

При проведении расчетов энергетических характеристик коэффициент излучения принят $\varepsilon = 0,91$. Собственная индикатрису вычисляется исходя из условий, что температура фона равна средней температуре не нагретых силовой установкой участков поверхности планера.

Спектральная плотность энергетической силы излучения в направлении перпендикулярном картинной плоскости определяется выражением:

$$I_e(\lambda) = \sum_{i=1}^{N_{PIXY}} \sum_{j=1}^{N_{PIXX}} \frac{2\varepsilon\pi hc^2 4d^2 \tan\left(\frac{\alpha_{FOVH}}{2}\right) \times \tan\left(\frac{\alpha_{FOVV}}{2}\right)}{\pi\lambda^5 N_{PIXY}N_{PIXX}} \times \left[\frac{1}{\left(e^{\frac{hc}{\lambda kT_{об\ ij}}} - 1\right)} - \frac{1}{\left(e^{\frac{hc}{\lambda kT_{cp}}} - 1\right)} \right], \left[\frac{Вт}{ср} \right] \quad (1)$$

где ε – коэффициент излучения, $\sigma = 5,670367(13) \times 10^{-8} \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{К}^{-4}$ – постоянная Стефана – Больцмана, d – расстояние до картинной плоскости (до объекта), α_{FOVH} – горизонтальный угол зрения тепловизора, α_{FOVV} – вертикальный угол зрения тепловизора, N_{PIXY} – разрешающая способность тепловизионного прибора по вертикали, N_{PIXX} – разрешающая способность тепловизионного прибора по горизонтали, $T_{об\ ij}$ – температура пикселя с координатами i и j из термограммы в °K, T_{cp} – температура окружающей среды в °K.

Для определения энергетической силы излучения в определенном спектральном диапазоне выражение (1) интегрируется по длине волны:

$$I_e(\lambda) = \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} \sum_{i=1}^{N_{PIXY}} \sum_{j=1}^{N_{PIXX}} \frac{2\varepsilon\pi hc^2 4d^2 \tan\left(\frac{\alpha_{FOVH}}{2}\right) \times \tan\left(\frac{\alpha_{FOVV}}{2}\right)}{\pi\lambda^5 N_{PIXY}N_{PIXX}} \times \left[\frac{1}{\left(e^{\frac{hc}{\lambda kT_{об\ ij}}} - 1\right)} - \frac{1}{\left(e^{\frac{hc}{\lambda kT_{cp}}} - 1\right)} \right], \left[\frac{Вт}{ср} \right] \quad (2)$$

где λ_{min} и λ_{max} – минимальная и максимальная длина волны, регистрируемая тепловизионным оборудованием.

Результаты расчетов интегральной силы излучения в различных спектральных диапазонах и различных режимах работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) представлены на рисунках 5–8 и таблицах 1, 2.

В таблице 1 приведены сравнительные данные измерений индикатрису вертолета Ми-2, БЛА с ДВС и с электродвигателем, а в таблице 2 – расчетные данные дальности захвата на сопровождение БЛА с ДВС и электродвигателем тепловой головкой самонаведения типа 9Э410.

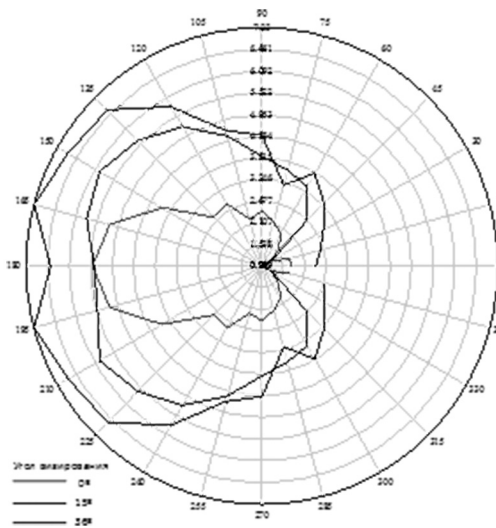


Рисунок 5. – Индикатриса собственного ИК излучения БЛА в Вт/ср в спектральном диапазоне 7,5–13 мкм и крейсерском режиме работы ДВС

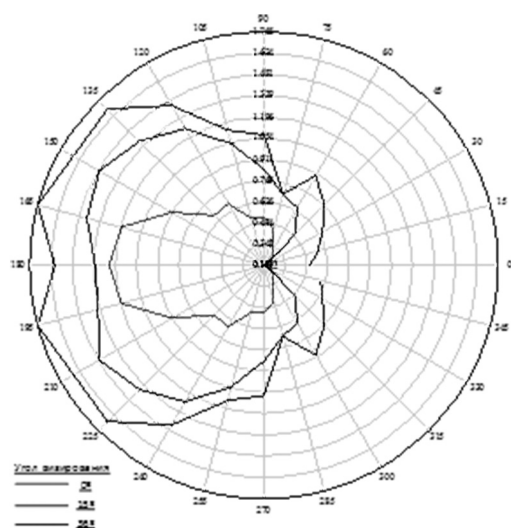


Рисунок 6. – Индикатриса собственного ИК излучения БЛА в Вт/ср в спектральном диапазоне 3,0–5,5 мкм и крейсерском режиме работы ДВС

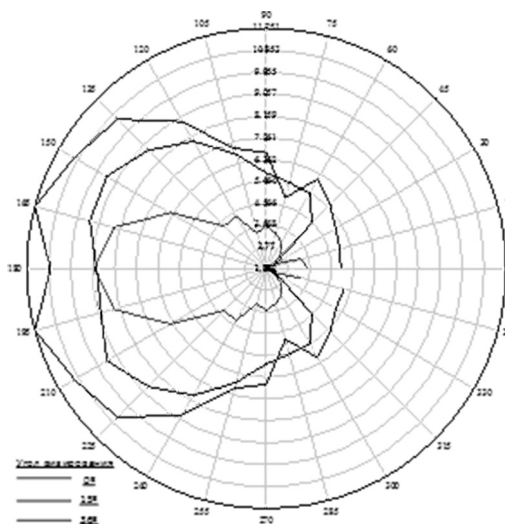


Рисунок 7. – Индикатриса собственного ИК излучения БЛА в Вт/ср для спектрального диапазона 7,5–13 мкм, и взлетном режиме работы ДВС

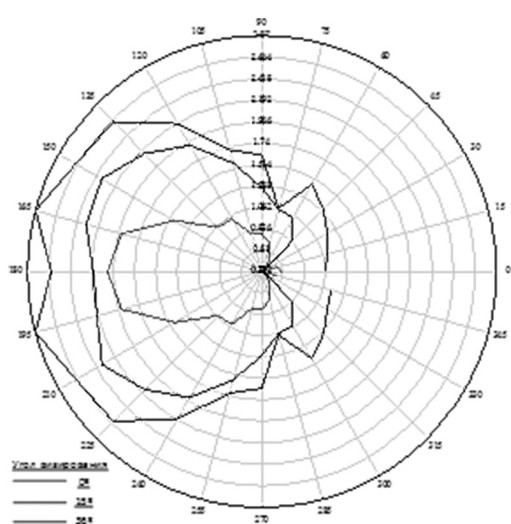


Рисунок 8. – Индикатриса собственного ИК излучения БЛА в Вт/ср для спектрального диапазона 3–5,5 мкм, и взлетном режиме работы ДВС

Таблица 1. – Сравнительные данные измерений индикатрисы вертолета Ми-2, с ДВС и электродвигателем для одинаковых ракурсов измерений

Угол места при азимуте 90°	Плотность потока излучения, Вт/ср		
	Вертолет Ми-2	БЛА с ДВС	БЛА с электродвигателем
ε = 15 град	38,2	0,843	0,008
ε = 36 град	62	1,073	0,011

**Таблица 2. – Расчетные дальности захвата тепловой
ГСН 9Э410 БЛА с ДВС и электродвигателем**

Угол места при азимуте 90°	Расчетная дальность захвата ГСН БЛА, км	
	БЛА с ДВС	БЛА с электродвигателем
$\varepsilon = 15$ град	1,46	0,309
$\varepsilon = 36$ град	1,34	0,294

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Лукашевич С. А., Урядов В. Н, Подлужный А. И. Измерение индикатрисы излучения БЛА в статическом режиме // БГУИР, Международный технический семинар, 2017, с. 14–18.

SHCHAVLEV A. A., YAKSHONAK P. P.

Republican Unitary Enterprise «Scientific and Production Center of Multifunctional Unmanned Systems» of the National Academy of Sciences of Belarus

ASSESSMENT OF THE UNMANNED AERIAL VEHICLE PATTERN WITHOUT PERFORMING REAL FLIGHTS

Summary. *The paper covers the measurement procedures, methods of obtaining heat images of the unmanned aerial vehicles and transforming these images into the pattern of various infra-red spectral bands, as well as provides the results of the measurements.*

УДК 623.74:629.7

Ю. Ф. ЯЦЫНА, С. А. КОНЬКОВ

РУП «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси

БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ОДНОКРАТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются назначение, конструкция и основные характеристики беспилотного летательного аппарата однократного применения.

Разработка беспилотных летательных аппаратов (БЛА) – одно из наиболее перспективных направлений развития современной военной авиации.

Опыт военных конфликтов последнего времени показал, что успех боевых операций во многом зависит от применения беспилотной авиации. Следует ожидать, что уже в ближайшем будущем их значение увеличится еще больше.

Разработкой и серийным производством БЛА занимаются фирмы многих стран мира. Наибольших успехов в этой области добились фирмы США, Израиля, России, Франции, Германии и Канады.

В настоящее время созданием опытных образцов беспилотной авиационной техники в Республике Беларусь, занимаются: РУП «НПЦ многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси (г. Минск), ООО «КБ Индела» (г. Минск), ОАО «558 Авиационный ремонтный завод» (г. Барановичи), ООО «Мидивисана» (г. Минск) и ряд других организаций.

РУП «НПЦ многофункциональных беспилотных комплексов» в настоящее время разрабатывает БЛА однократного применения. Основной задачей этого БЛА является доставка целевой нагрузки в заданную точку.

Конструктивно БЛА представляет собой планер с высокорасположенным складывающимся крылом и V-образным стабилизатором. Сзади расположен электрический двигатель с толкающим винтом. В носовой части фюзеляжа расположен отсек для целевой нагрузки и оптико-электронная система. Эффективность выполнения поставленной задачи зависит от точности позиционирования аппарата в воздушном пространстве.

Для определения местоположения в полёте применяется GPS/ГЛОНАСС приёмник. Система автоматического управления обеспечивает вывод БЛА в заданную точку с высокой точностью.

Используемый видеоканал и радиокомандная линия связи обеспечивают полет на требуемую дальность.

Для получения визуальной информации о полете, месте положения и для прицеливания в точку посадки применяется оптико-электронная система собственной разработки.

Внешний вид БЛА представлен на рисунке 1, основные характеристики указаны в таблице 1.

Таблица 1. – Основные характеристики

Наименование параметра	Един. измер.	Значение параметра
Максимальный стартовый вес	кг	21
Вес целевой нагрузки	кг	3,5...9,5
Скорость полета	км/час	120...160
Высота полета (максимальная)	м	3000
Дальность полета	км	25
Продолжительность полета	мин	15
Размах крыла	мм	1800
Длина	мм	1200
Способ старта	воздушный	

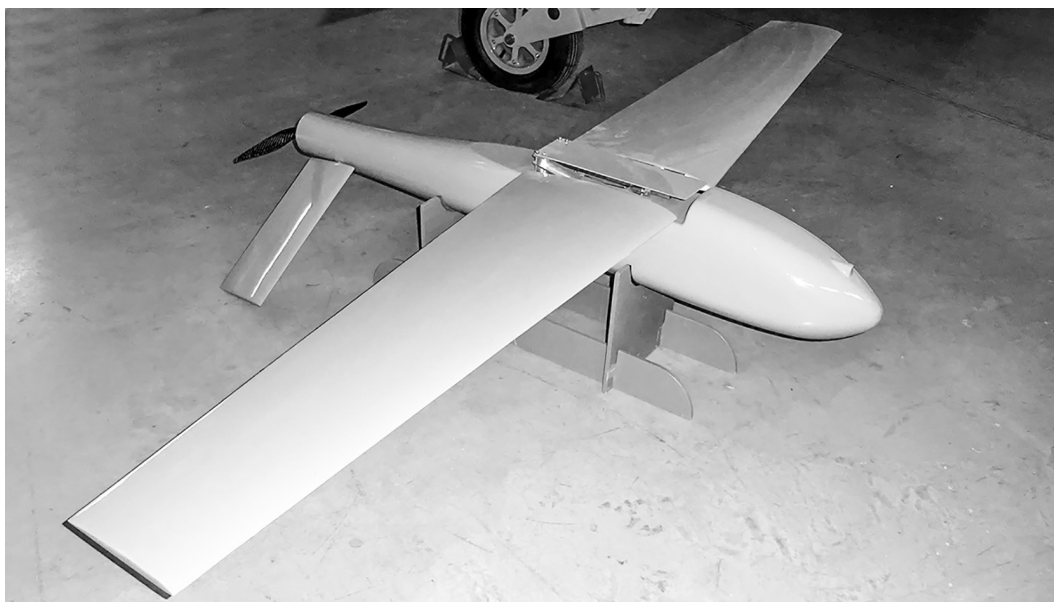


Рисунок 1. – Общий вид

Беспилотная авиационная техника, системы на ее основе будут в ближайшее время развиваться высокими темпами и активно занимать ниши в широком спектре применений в военной области, в области задач других силовых структур и в гражданском секторе экономики.

По мере развития разработок в области беспилотной авиации и накопления опыта ее применения будут появляться как новые идеи по конструктивному исполнению, так и новые нетрадиционные функциональные задачи. Ввиду высокой наукоемкости решаемых беспилотными авиационными системами задач, будут интенсивно развиваться и даже формироваться соответствующие направления научных исследований.

YATSYNA YU. F., KONKOV S. A.

SINGLE-SHOT UNMANNED AERIAL VEHICLE

Summary. *The article discusses the purpose, design and basic characteristics of a single-use unmanned aerial vehicle.*

УДК 623.74:629.7

Ю. Ф. ЯЦЫНА

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов»
Национальной академии наук Беларуси

СОСТАВ И ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-УДАРНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация. В докладе рассматриваются состав, принципы применения и методы наведения разведывательно-ударных беспилотных комплексов, разрабатываемых в РУП «НПЦ многофункциональных беспилотных комплексов» НАН Беларуси. К таким комплексам относятся БАК малого класса «Бусел МБ» (взлетная масса до 14 кг, радиус действия до 70 км); БАК среднего класса «Буревестник МБ» (взлетная масса до 350 кг, радиус действия до 300 км) и «Ястреб МБ» (взлетная масса до 700 кг, радиус действия до 300 км).

В РУП «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» НАН Беларуси (далее – предприятие) разрабатываются и изготавливаются разведывательно-ударные беспилотные авиационные комплексы (далее – БАК) следующих типов:

- «Бусел МБ» малого класса на базе беспилотного летательного аппарата (далее – БЛА) типа «Бусел М50» (взлетная масса до 14 кг, радиус действия до 70 км);
- «Буревестник МБ» и «Ястреб МБ» среднего класса на базе БЛА «Буревестник» и «Ястреб» соответственно. Радиус их действия достигает 300 км, максимальная взлетная масса – 350 кг для БЛА «Буревестника МБ» и 700 кг для БЛА «Ястреба МБ».

Беспилотный авиационный комплекс «Бусел МБ» предназначен для ведения видеомониторинга местности и объектов, обнаружения и сопровождения неподвижных и подвижных объектов с борта беспилотного летательного аппарата, передачи по радиоканалу полученной видеоинформации на наземный пункт управления и другим удаленным потребителям при работе в реальном масштабе времени и нанесения ударов по различным типам целей на удалении до 50 км от наземного пункта управления.

В состав БАК «Бусел МБ» входят наземный пункт управления (далее – НПУ) и БЛА: разведывательный БЛА «Бусел М40» с различными типами оптических и радиоэлектронных разведывательных целевых нагрузок, а также комплексами ретрансляции сигналов управления и передачи видеоинформации с ударных БЛА на НПУ и обратно;

ударные БЛА, которые взлетают с катапульты: «Бусел МБ1» в варианте БЛА-«камикадзе» (рисунок 1) и БЛА «Бусел МБ2» в варианте бомбардировщика.

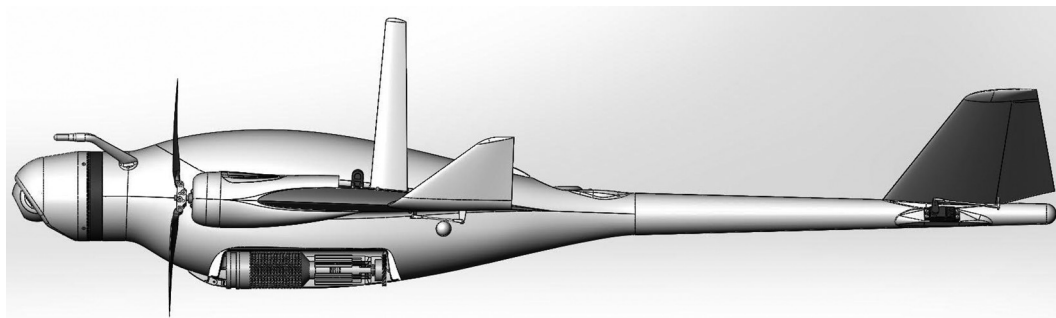


Рисунок 1. – БЛА «Бусел МБ1»

В состав разведывательно-ударных БАК типа «Буревестник МБ» и «Ястреб МБ» также входят разведывательные БЛА, оснащенные различными типами оптических и радиоэлектронных разведывательных целевых нагрузок, и ударные БЛА – носители бомбовой нагрузки, неуправляемых ракет и БЛА-«камикадзе».

В штатном варианте применения с помощью разведывательного БЛА обнаруживаются цели, их координаты передаются на НПУ для последующего ввода полетного задания ударному БЛА, который обеспечивает доставку выбранного оператором типа боевой части к объекту поражения.

В докладе рассматриваются и другие принципы применения разведывательно-ударных БАК, производимых на предприятии, и методы их наведения.

YATSYNA Y. F.

The Republican Unitary Enterprise «Scientific and Production Center of Multifunctional Unmanned Systems» of the National Academy of Sciences of Belarus

COMPOSITION AND APPLICATION OF RECONNAISSANCE AND COMBAT UNMANNED AERIAL VEHICLES

Summary. *The paper deals with the composition, application and guidance of reconnaissance and combat unmanned aircraft systems developed in the Republican Unitary Enterprise «Scientific and Production Center of Multifunctional Unmanned Systems» of the National Academy of Sciences of Belarus. Such systems encompass mini UAS «Busel MB» (MTOW up to 14 kg, operation range up to 70 km) likewise middle-class UAS: «Burevestnik MB» (MTOW up to 350 kg, operation range up to 300 km) and «Yastreb MB» (MTOW up to 700 kg, operation range up to 300 km).*

ВНЕДРЕНИЕ PSIM-СИСТЕМ В ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЕННЫХ ГОРОДКОВ

***Аннотация.** В статье описаны некоторые вопросы повышения безопасности военных городков, посредством объединения комплекса инженерно-технических средств охраны в единую PSIM-систему.*

С развитием средств и способов защиты военных городков, совершенствуются средства и способы воздействия на них. Они становятся более дерзкими и изощренными.

Философская категория «единство и борьба противоположностей» перерастает в острейшую проблему современности: как, какими средствами и способами защитить военный объект, не допустить его захвата или уничтожения противником? Эта проблема приобрела особую актуальность в ходе локальных войн и вооруженных конфликтов, где все военные объекты требуют надежной защиты, особенно склады оружия и боеприпасов, пункты постоянной дислокации, КПП и т.п.

Одним из главных направлений решения проблемы защиты военных объектов является системный подход в организации их охраны и обороны. Его смысл заключается в том, что все применяемые для защиты военного объекта силы и средства используются как единая система, объединенная общим замыслом, целями и задачами.

Для каждого военного городка должна разрабатываться, на основе общих требований, своя собственная система безопасности, исходя из положений которой, разрабатывается проект оснащения объекта инженерно-техническими средствами охраны, специальными и программно-аппаратными средствами защиты. Для решения задач и проблем выбора структуры и состава комплекса инженерно-технических средств охраны необходимо проанализировать возможные варианты действий нарушителя. Исходя из анализа возможных действий нарушителя, составляются варианты его моделей, которые и принимаются за основополагающий фактор выбора тактики защиты объекта.

Для противодействия угрозам безопасности современные комплексы технических средств охраны требуют технологического развития в соответствии с современным состоянием науки и техники. В настоящее время, отсутствует интеграция существующих систем комплекса технических средств охраны. Выполнение служебно-боевых задач военнослужащими осуществляется либо непосредственно с аппаратурой, либо на базе отдельных программных продуктов для каждой из систем. Взаимосвязь между ними отсутствует, как на программном, так и на аппаратном уровне. Есть только частичная организация взаимодействия между компонентами системы охранной сигнализации. Фактически на каждом объекте имеется несколько независимых автономных систем безопасности различного исполнения. Отсутствие единого интегрированного комплекса систем безопасности, приводит к снижению удобства эксплуатации систем, а также ведет к созданию благоприятных условий для совершения диверсий или возникновению нештатных ситуаций вследствие нарушения технологических процессов.

Все данные интегрированного комплекса систем безопасности должны поступать в единый центр. Единый центр аккумулирует информацию, и распределяет ее по степени необходимости различным должностным лицам.

Информация должна поступать от следующих элементов комплекса систем безопасности:

- система сбора и обработки информации;
- система видеонаблюдения и видеоаналитики;
- система контроля и управления доступом;
- объектовые системы охранной сигнализации;
- система электропитания;
- система контроля параметров окружающей среды;

система мониторинга и защиты информации;
другие системы.

Для объединения всех элементов комплекса необходима единая платформа. Все системы объединяются с помощью PSIM (Physical Security Information Management) – это англоязычное название комплексной системы безопасности, которая является отдельной системой и выступает надстройкой над вышеперечисленными системами безопасности. PSIM – это программная платформа, которая собирает и обрабатывает информацию из разрозненных устройств обеспечения безопасности и информационных систем, после чего складывает ее в одну общую картинку. PSIM позволяет интегрировать уже существующие системы, чтобы в будущем без ограничений использовать лучшие в своем классе технологии.

PSIM-система оперирует понятием «инцидент» (происшествие). По тревожному событию в интерфейсе пользователя запускается карточка происшествия, предназначенная для сбора всесторонней информации об инциденте (что произошло, где произошло) и вывод пользователю пошаговой инструкции по реагированию на данный инцидент (что делать).

Сигналы, которые попадают в систему, комплексно оцениваются с использованием средств интеллектуальной обработки и распознавания ситуации:

сопоставляется информация из разных источников, выявляются взаимосвязанные события, которые объединяются в последовательности, принадлежащие одной ситуации, и выводятся в учетную карточку инцидента;

определяется степень критичности события (происшествия делятся на контролируемые, опасные и критические). При этом система обеспечивает приоритетное реагирование на наиболее критичные происшествия;

определяется степень достоверности тревожного события. Например, при срабатывании на периметре двух рубежей охранной сигнализации система запрещает регистрировать тревогу как ложную без прибытия на место дежурного, если оператор не может указать явные причины ложной тревоги;

определяются неисправности или нестабильная работа систем безопасности. По данным сигналам запускается происшествие «неисправность», которое предназначено для автоматизации рассылки информации о неисправности техническому персоналу и контроля времени устранения проблемы.

Действия каждого оператора в PSIM-системе строго контролируются. Для этого ведется подробный журнал событий: отслеживаются любые изменения, вычисляется время реакции на каждый инцидент, устанавливается, что произошло, какие действия были предприняты. Система также позволяет создавать индивидуальные отчеты, которые проводят анализ событий в целях совершенствования механизмов защиты и реагирования.

Поэтому ключевая задача и перспектива для развития PSIM-систем – снижение негативного воздействия человеческого фактора за счет переноса части действий оператора на автоматизированную систему и контроля отклонений в процессе реагирования на инциденты.

Практически это достигается за счет сценарного управления реагированием на различные типы угроз и выдачи на монитор пошаговых инструкций, разработанных на базе внутренних документов воинской части. В этом случае за оператором остается только функция подтверждающего лица и исполнителя регламентов. В критической ситуации на принятие правильного решения человек не тратит ни единой лишней секунды, а аналитический механизм системы не оставляет возможности совершить ошибку. Функции оповещения всех заинтересованных лиц в случае инцидента в такой системе максимально автоматизированы, а информация о нем регистрируется в системе и становится доступна для анализа и формирования статистических отчетов. Таким образом, система берет на себя полное управление ситуацией от ее появления до ликвидации. При этом действия оператора находятся под полным контролем, и в случае выявления системой отклонений к решению задачи подключается старшее должностное лицо.

Ключевым различием между интеграцией на основе PSIM и другими формами интеграции физической безопасности является способность программной платформы подключать системы на уровне данных, в отличие от других форм интеграции, которые взаимодействуют с ограниченным количеством продуктов.

Бюджетная модернизация PSIM-систем позволяет использовать открытые технологии, совместимые с большим количеством производителей, что обеспечивает больше возможностей для расширения и может снизить затраты на внедрение за счет более широкого использования существующего оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Гарсиа, М. Л. Проектирование и оценка систем физической защиты. / М. Гарсиа [Текст] – М.: АСТ, 2003. – 386 с.
2. Платформы для интеграции и управления комплексами безопасности (PSIM) [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.techportal.ru/glossary/platformy_dlya_integratsii_i_upravleniya_kompleksami_bezопасности_psim.html Дата доступа: 18.02.2019.
3. Возможности современных систем управления информацией о физической безопасности (PSIM) [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.aktivsb.ru/statii/sovremennye_sistem_psim.html Дата доступа: 18.02.2019.

KOVALENKO A. N.

Educational establishment «Military Academy of the Republic of Belarus», Minsk

INTRODUCTION OF PSIM-SYSTEM IN SAFETY OF MILITARY CAMPS

Summary. *In article some issues of increase in safety of military camps, by means of association of a complex of technical means of protection in a uniform PSIM-system are described.*

**КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА И ВИЗУАЛЬНАЯ АНАЛИТИКА
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Аннотация. Системы поддержки принятия решений предназначены для анализа большого объема информации и выработки рекомендаций лицу, принимающему решения. Анализируемая информация может быть различного вида: числовые данные, графические или видео объекты, однако значительная часть информации является вербальной. Анализ такой информации, и ее восприятие человеком затруднены, поэтому используются различные методы визуализации. Методы анализа зависят от вида решаемой задачи, которые можно разделить на три основных вида: анализ сложных ситуаций, мониторинг динамики событий и выявление неочевидных (скрытых) закономерностей.

Системы поддержки принятия решений (СППР) широко применяются в самых различных областях деятельности (медицина, экономика и бизнес, политика и многое другое), в том числе, большое значение имеет применение СППР в военной сфере. Основное предназначение СППР это анализ большого объема информации и выработка рекомендаций лицу, принимающему решения (ЛПР). Сегодня значительную часть информации черпают из открытых источников. Аналитики разведки утверждают, что из газет, журналов, докладов зарубежных «мозговых центров», материалов научных конференций и сети Интернет (в настоящее время – это основной источник информации) можно получить практически все сведения, необходимые для представления полной картины о событиях в самых различных областях, начиная с политики и заканчивая военным производством.

Информация из Интернет может быть получена бесплатно, с использованием общедоступных поисковых систем, либо платно – на соответствующих сайтах, которые специализируются на предоставлении таких услуг (обычно они называются коммерческими онлайн-источниками премиум-класса). В настоящее время в США и Европе такие услуги предоставляют много различных компаний (например, *AT&T Government Solutions, Google Enterprise, Factiva, LexisNexis, Oracle* и др.). В том числе выпускаются специальные справочники, в которых приводятся сведения о средствах анализа и Интернет-источниках различной информации, причем количество этих источников постоянно растет. Например, в справочнике 2018 года компании i-Intelligence приведено более 5000 источников [1].

Возможности частных компании также постоянно растут, благодаря использованию современных информационных технологий и методов интеллектуального анализа становится доступной значительная часть информации, которая традиционно является закрытой, это подтверждают прогнозы в выступлениях некоторых представителей ЦРУ: «через 15 лет больше не будет секретов», или «Wikipedia неизбежно станет WikiLeaks» [2].

Непосредственными источниками информации являются:

академические источники. Учебная и научная литература, диссертации, лекции, презентации, научные статьи и исследования в печатном и электронном виде по различным отраслям науки, техники и технологии;

государственные учреждения и неправительственные организации. Сообщения и базы данных, размещенные в открытых источниках, и печатные доклады по различным вопросам (экономика, безопасность, промышленность, сельское хозяйство и др.);

коммерческие и государственные информационные службы. Печатные и электронные средства массовой информации;

библиотеки и научно-исследовательские центры. Печатные и электронные документы, цифровые базы данных по различным темам и др.;

отдельные личности (эксперты) и группы. Источником информации является человек-эксперт, обладающий определенным опытом и знаниями. Человек-эксперт часто является самым эффективным и недорогим источником информации;

серая литература – это информация, являющаяся юридически и этически доступной, но которая не публикуется, не распространяется через коммерческих книго-торговцев и подписные агентства. Серая литература включает рабочие документы, технические отчеты и документы технических стандартов, наборы данных, рекламные материалы и др. Серая литература может быть получена только по специализированным каналам или через прямой локальный доступ.

Поисковые системы, такие как Google, индексируют более триллиона страниц «Всемирной паутины», однако с их помощью можно получить доступ к сравнительно небольшой части информации – около 25 % (по некоторым оценкам меньше). Остальная информация находится в «Deep Web» («Глубокая Паутина»), в том числе – большая часть серой литературы. Такую информацию следует искать непосредственно на сайтах, для этого обычно используют специальные приемы и средства поиска.

Появление в 2005 году *Facebook*, а затем других социальных медиа-сетей сделало публичным и доступным для анализа значительную часть населения Земли и их общение между собой. Эта информация может эффективно использоваться для анализа (ее часто используют правоохранительные органы и другие организации), однако для ее использования необходимы специальные методы, которые в настоящее время интенсивно разрабатываются [3].

Наиболее важным и сложным этапом является анализ полученной информации и подготовка итогового продукта. Сложности обусловлены двумя обстоятельствами. Во-первых, для информации из открытых источников очень вероятно наличие обмана, предвзятости и дезинформации. Во-вторых, в открытых источниках (прежде всего в сети Интернет) выявляется чрезвычайно большое количество разнородной информации, которая может быть представлена в различной форме (количественные данные, вербальные сообщения и текстовые документы, графические изображения и фотографии, видео и др.). Обычный анализ такой информации, а также ее восприятие ЛПР, затруднены, поэтому широко используются различные методы визуализации. Это направление получило название *когнитивная графика*, в работах зарубежных специалистов обычно используют термин *визуальная аналитика* (visual analytics).

Методы анализа зависят от вида решаемой задачи, которые можно разделить на три основных вида.

1. Анализ сложных ситуаций, которые характеризуются большим количеством субъектов и фактов (различной степени достоверности), влияющих факторов и сложными связями (часто недетерминированными). Для решения таких задач представляется перспективным применение графических методов анализа, используемых в криминалистике и доказывании [4], либо можно использовать концепцию «дальнего чтения» (*distant riding*) [5], которая позволяет компактно представить содержание достаточно объемного вербального источника (см. рис. 1).

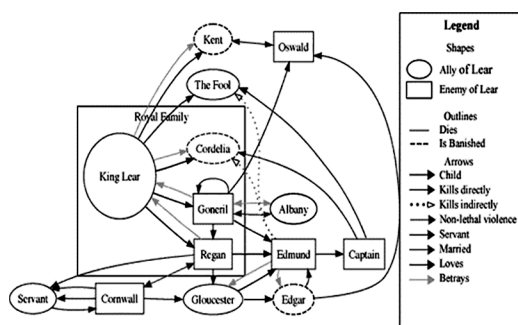


Рисунок 1. – Графическое представление сюжета Короля Лир (В. Шекспир)

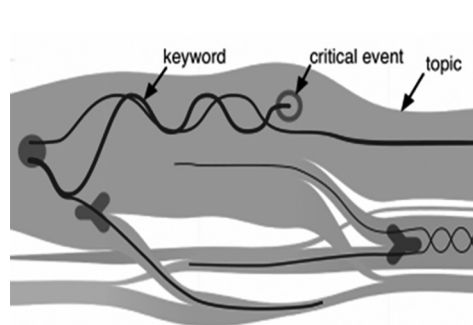


Рисунок 2. – Визуальное представление количества новостей во времени [5]

2. Анализ динамики событий (мониторинг новостей, выявление тенденций и др.). Такая задача достаточно просто решается для количественных показателей (методы статистики). Для вербальной информации используют специальные методы обработки данных нечисловой природы (по ключевым словам – *keyword*) и визуального

представления динамики событий [6]. Пример представлен на рисунке 2 (наглядность достигается при использовании цветных изображений).

3. Выявление неочевидных (скрытых) закономерностей и связей. Такие задачи невозможно решать без использования современных методов интеллектуального анализа данных (кластеризация и классификация, поиск ассоциативных правил, ранжирование и др.) [7]. Здесь также большое значение имеет визуальное представление информации, графические образы могут активизировать ассоциативную логику подсознательных процессов мышления человеческого мозга, что позволяет с помощью когнитивной графики быстро находить оригинальные и зачастую неожиданные решения.

Итоговый результат, который представляется ЛПР, должен быть наглядным и достаточно информативным, реализующий принцип: «сначала крупный план, затем масштабирование и фильтрация, детали – по требованию».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Open Source Intelligence Tools and Resources Handbook/ i-Intelligence, 2018. – 327 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.i-intelligence.eu. – Дата доступа: 26.10.2018.
2. Bean, H. No more secrets. Open source information and the reshaping of U.S. intelligence / H. Bean. Foreword by Senator Gary Hart/ Praeger security international. – 2011. – 240 с.
3. Omand, D. Introducing Social Media Intelligence (SOCMINT) / D. Omand, J. Bartlett, C. Miller / Intelligence and National Security. 2012. – Vol. 27, No. 6. – с. 801–823.
4. Нефедов, С. Н. Визуальные методы аргументации и доказывания / С. Н. Нефедов // Проблемы укрепления законности и правопорядка: наука, практика, тенденции. НПЦ Генеральной прокуратуры Республики Беларусь. Сборник научных трудов. Вып 9, т. 2. – Минск: БГУ, 2016. – с. 195–204.
5. Моретти, Ф. Дальнее чтение / пер. с англ. А. Вдовина, О. Собчука, А. Шели. Науч. ред. перевода И. Кушнарева. – М.: Изд-во Института Гайдара, 2016. – 352 с.
6. Айсина, Р. М. Обзор средств визуализации тематических моделей коллекций текстовых документов / Р. М. Айсина // Машинное обучение и анализ данных. – 2015.– том 1 (11). – с. 1584–1618.
7. Силен, Д. Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных / Д. Силен, А. Мейсман, А. Мохамед. – Спб. : Питер, 2017. – 336 с.

NEFEDOV S. N.

State Institution «Research Institute of the Armed Forces of the Republic of Belarus»

COGNITIVE GRAPHICS AND VISUAL ANALYTICS IN INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEMS

Summary. *Decision support systems are designed to analyze a large amount of information and make recommendations to a decision maker. The analyzed information can be: numerical data, graphic or video objects and verbal. The usual analysis of such information, as well as its perception by the person, is difficult, therefore various visualization methods are widely used. Methods of analysis depend on the type of problem to be solved, which can be divided into three main types: analysis of complex situations, monitoring the dynamics of events and the identification of hidden consistent pattern.*

УДК 623:001.8

А. В. ШУЛЯК

Государственное учреждение Научно-исследовательский институт
Вооруженных Сил Республики Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ ПРОДУКЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СИСТЕМЫ ВООРУЖЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Аннотация. *Предлагается методика оценки показателей качества СВ вооруженных сил. Методика разработана на основе иерархической декомпозиции СВ и применения нечетких продукционных моделей. При этом базу знаний нечетких продукционных моделей предлагается формировать на основе авторского метода. Методика может применяться при анализе и выборе варианта развития либо преобразования СВ и других сложных организационно-технических систем.*

Система вооружения (СВ) вооруженных сил функционирует в условиях неопределенности. Кроме того значения показателей для оценки качества и эффективности компонентов СВ следует определять с учетом экспертной информации как количественной, так и качественной. В этом случае для обработки исходных данных и получения оценок, характеризующих качество и эффективность функционирования СВ, ее подсистем, видов и однородных групп вооружения и военной техники (ВВТ) целесообразно использовать нечеткие продукционные модели [1, 2, 3]. В целях решения обозначенной задачи разработана методика на основе многоуровневой иерархической нечеткой продукционной модели. Предлагаемая методика состоит из следующих этапов:

Этап 1. Определение иерархической структуры СВ. В ходе проведения исследований выполняется функционально-структурная декомпозиция СВ. Исходя из проведенной декомпозиции, определяется иерархическая структура СВ, учитывающая основные функциональные связи.

Разделение СВ на подсистемы и далее на элементы более низких уровней иерархии проводится на основе анализа видов возможного воздействия, конкретного функционального назначения различных видов (групп) ВВТ. Полученная таким образом многоуровневая иерархическая схема является основой разработки нечетких продукционных моделей в целях оценки качества компонентов СВ.

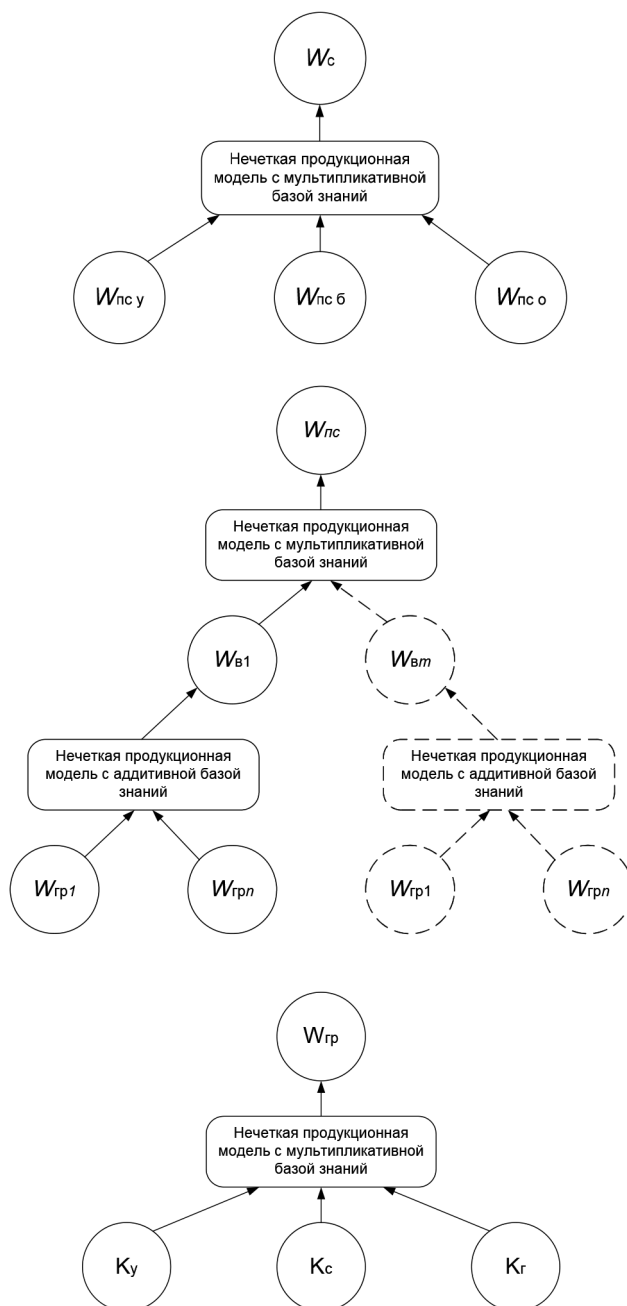
Этап 2. Определение схемы нечеткого логического вывода оцениваемых показателей. Схема определяется на основе иерархической структуры СВ. Вариант такой схемы показан на рисунке. При этом показатели элементов низших уровней иерархии являются предпосылками для оценки аналогичных показателей на более высоких уровнях иерархической структуры СВ.

Этап 3. Формирование базы знаний для оценки показателей. Правила базы знаний определяются формализованным методом [1, 2] для каждого из показателей в соответствии со схемой, составленной на предыдущем этапе.

Этап 4. Формализация нечетких продукционных моделей. На основе определенных правил базы знаний для каждого из показателей записываются нечеткие продукционные модели в соответствии с выбранным алгоритмом нечеткого логического вывода [1, 3]. Для реализации нечетких продукционных моделей в виде компьютерных программ рекомендуется применять специализированную среду нечеткого моделирования, например Matlab (Fuzzy logic toolbox).

Этап 5. Определение исходных данных. Исходные данные определяются исходя из фактического либо прогнозного состояния компонентов системы в зависимости от необходимой оценки качества текущей либо прогнозной.

Этап 6. Оценивание показателей. Значения показателей качества СВ определяются с использованием нечетких продукционных моделей, полученных на этапе 4 в соответствии со схемой нечеткого логического вывода.



$W_c, W_{pc}, W_{b1}, W_{bm}, W_{gr1}, W_{grn}$ – показатели качества СВ, подсистем, видов и групп ВВТ;
 K_y, K_c, K_e – коэффициенты укомплектованности современности и готовности группы ВВТ

Рисунок. – Вариант схемы нечеткого вывода показателей

Предлагаемая методика предназначена для:

- оценивания текущих либо прогнозных значений показателей качества компонентов СВ;
- сравнения альтернативных вариантов развития (преобразования) СВ путем сопоставления прогнозных оценок показателей качества;
- выявления возможных путей развития (преобразования) СВ путем изменения значений показателей качества по заданным критериям;
- определение требований к подсистемам (элементам) для заданных значений показателей качества.

Использование разработанной методики предоставляет возможность получить целостную картину о текущем состоянии компонентов СВ с требуемым уровнем детализации элементов. Прогноз по изменению структуры, состава и исходных пара-

метров элементов СВ относительно текущего состояния позволяет прогнозировать оценки показателей качества для различных вариантов развития (преобразования) СВ. при этом допускается упорядочение по предпочтительности либо классификация возможных вариантов развития СВ и ее компонентов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Шуляк А. В. Особенности разработки нечеткой производственной модели при формировании поля принятия решений / Шуляк А. В., Савенко С. А. // Наука и военная безопасность. – 2012. – № 3. – С. 42–46.
2. Шуляк А. В. Формирование базы знаний в моделях принятия решений с нечеткой логикой / А. В. Шуляк, С. А. Савенко // Наука и военная безопасность. – 2016. – № 1. – С. 20–24.
3. Борисов В. В. Нечеткие модели и сети / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федуров. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2007. – 284 с.

SHULYAK A.

State institution «Research Institute of the Armed Forces
of the Republic of Belarus», Minsk

APPLICATION OF FUZZY LOGIC MODELS FOR QUALITY EVALUATION OF STRATEGIC ARMAMENT SYSTEM

Summary. *In this article a method for assessing quality indicators of armament system is proposed. The method is based on hierarchical decomposition of armament system and fuzzy logic models application. In this case, the knowledge base of fuzzy logic models is proposed to be formed on the basis of the author's method. The method can be used in the analysis and choice of options for the development or transformation of the armament system and other complex organizational and technical systems.*

В. В. ЯНУЧЁК, В. М. МИХНЁНОК

Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт
Вооруженных Сил Республики Беларусь»**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ
АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ В ИНТЕРЕСАХ
РАКЕТНЫХ ВОЙСК И АРТИЛЛЕРИИ**

***Аннотация.** В статье рассматриваются особенности применения беспилотного авиационного комплекса в интересах ракетных войск и артиллерии.*

Наиболее полная реализация боевых возможностей подразделений ракетных войск и артиллерии (РВиА) при решении задач стрельбы в значительной степени зависит от возможностей средств разведки по обнаружению объектов противостоящей группировки и добыванию разведывательных данных о них.

Анализ возможностей средств разведки показывает, что они не всегда способны предоставить необходимые данные о целях для подразделений РВиА Вооруженных Сил Республики Беларусь. Наличие большого количества населенных пунктов, промышленных объектов и лесных массивов, занимающих 30–40 % площади Республики Беларусь, ограничивает дальность прямой оптической и радиолокационной видимости до 2–3 км. С помощью радиолокационных станций (РЛС) типа АРК-1М разведывательные данные об объектах полевой артиллерии (ПА) противостоящей группировки противника могут быть получены только после открытия ею огня. Средства звуковой разведки могут предоставлять разведывательные данные только о тех целях, которые обнаруживают себя звуком выстрела. При интенсивных звуковых помехах, характерных для современного боя, эффективность данного вида разведки существенно снижается. Применение разведывательно-корректировочных вертолетов (РКВ) может обеспечить обнаружение ПА противника, ведущей огонь на дальность до 20 км, а сосредоточение пехотных, мотопехотных, танковых формирований, командных пунктов, артиллерийские подразделения, пусковые установки ракет на дальностях до 15 км. Поскольку РКВ назначается район полетов вблизи огневых позиций, которые обычно располагаются на удалении 2–6 км от переднего края наших войск, его использование может позволить осуществлять засечку объектов противника, находящихся на расстоянии 4–8 км от линии боевого соприкосновения. Получение необходимых сведений об объектах противостоящей группировки с помощью аэрофотоснимков требует продолжительного времени, которое может составлять от нескольких десятков минут до нескольких часов. Такая оперативность получения информации об объектах не всегда позволит использовать ее в интересах РВиА.

В настоящее время наиболее перспективным средством, которое сможет осуществлять разведку целей противника на всю глубину поражения РВиА, является беспилотный авиационный комплекс (БАК). Основными преимуществами беспилотных летательных аппаратов (БЛА) над пилотируемыми самолетами (вертолетами) являются – их сравнительно невысокая стоимость, отсутствие потерь личного состава, способность передавать разведывательную информацию в сжатые сроки, высокая живучесть и сложность борьбы с ними.

Проведенные исследования показывают, что использование БАК может увеличить возможности средств артиллерийской разведки по количеству разведанных объектов в 5 и более раз. В случае, когда БАК сможет обеспечить пристрелку и корректирование огня артиллерии, огневые возможности артиллерийских подразделений по поражению неподвижных ненаблюдаемых целей возрастут примерно в 1,33 раза вследствие того, что расход снарядов для поражения составит 3/4 от установленных норм. При поражении ненаблюдаемых высокоманевренных объектов эффективность выполнения огневых задач возрастет за счет появления возможности осуществления пристрелки и корректирования огня с помощью БАК.

Для успешного использования БАК в интересах РВиА общевойсковых формирований он должен соответствовать ряду основных требований:

дальность и ширина полосы ведения разведки с помощью БАК должна соответствовать размерам зон ответственности за разведку и поражение воинских формирований, в интересах которых действуют подразделения РВиА, с учетом необходимости ведения не только детальной, но и обзорной разведки;

количество БЛА в составе комплекса должно обеспечивать возможность постоянно вести разведку в зонах ответственности за разведку и поражение воинских формирований;

комплекс должен обеспечивать высокую вероятность вскрытия объектов противостоящей группировки, достоверность добываемой информации, определение характера цели, степени защищенности живой силы и техники, характера ее деятельности, размеров по фронту и глубине;

точность определения прямоугольных координат цели и координат ее основных элементов должна соответствовать требованиям полной подготовки определения установок для стрельбы;

БАК должен обеспечивать возможность осуществления контроля результатов ракетных ударов, пристрелки целей и корректирование огня артиллерии в ходе стрельбы на поражение. Для реализации этого требования время нахождения обнаруженного объекта в зоне видимости БЛА должно составлять (при необходимости) не менее 10 мин [1];

время, затрачиваемое на цикл «разведка – поражение», должно быть меньшим, чем время пребывания объекта поражения на месте его обнаружения;

разведывательные данные о целях (объектах) должны представляться в короткие сроки;

БАК должен обеспечивать возможность подсветки целей при стрельбе высокоточными боеприпасами.

В случае соответствия изложенным требованиям БАК будет обладать рядом преимуществ перед иными средствами разведки, состоящими на вооружении воинских формирований РВиА. Его использование в интересах ракетных и артиллерийских подразделений сможет превратить большую часть из них в разведывательно-ударные (разведывательно-огневые) комплексы.

Для обеспечения своевременного и эффективного огневого поражения противника в современных условиях ведения боевых действий необходимо объединить средства огневого поражения РВиА, способные применять как высокоточные, так и обычные боеприпасы, средства разведки, целеуказания, связи, обработки и отображения информации, выработки команд в единую разведывательно-огневую автоматизированную систему. Такая система может позволить:

перенести центр тяжести огневого поражения вглубь оперативного построения войск противника;

обеспечить снижение боевых возможностей противостоящей группировки войск до начала контактных действий, увеличить количество поражаемых с закрытых огневых позиций бронированных неподвижных и движущихся объектов;

существенно повысить эффективность огневого поражения противника;

сократить потери своих войск;

придать большую автономность воинским формированиям РВиА и обеспечить рациональное сочетание централизованного и децентрализованного управления огневом поражением противника;

повысить вероятность достижения целей боевых действий.

В заключение следует отметить, что комплексное использование БАК и остальных средств разведки в интересах РВиА сможет обеспечить своевременное вскрытие группировок, объектов противника и их поражение, а в дальнейшем может стать материальной основой для создания разведывательно-огневой системы не только РВиА но и других средств комплексного огневого поражения противника. Такая система позволит реализовать наиболее перспективные формы применения видов Вооруженных Сил, родов войск и специальных войск в современных условиях ведения боевых действий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Разработка облика и тактико-технических требований к разведывательно-огневому комплексу на базе беспилотного авиационного комплекса и артиллерийского дивизиона: отчет о НИР «Рокот» / Воен. акад. Респ. Беларусь; рук. темы А. С. Масилевич. – Минск, 2010. – 186 с.

YANUCHEK V. V., MIKHENENOK V. M.

State Republic of Belarus Armed Forces Research Institute

**USE OF UNCLEARED AIRCRAFT COMPLEXES
IN THE INTERESTS OF ROCKET TROOPS AND ARTILLERY**

Summary. The article discusses the features of unmanned aircraft in the interests of rocket troops and artillery.

УДК 623.1/7

С. А. РОСЛИКОВ

Открытое акционерное общество «Конструкторское бюро «Дисплей»

МИКРОДИСПЛЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ, РАЗРАБОТАННЫЕ ОАО «КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «ДИСПЛЕЙ»

В большинстве армий развитых стран мира принимаются на вооружение индивидуальные оптико-электронные комплексы бойца. В их состав входят мобильные компьютеры, навигационное оборудование, системы беспроводной связи, прицельное оборудование, средства отображения информации и др. [1, 2].

Наиболее перспективным средством отображения информации для подобных комплексов являются нашлемные системы индикации – индивидуальная малогабаритная система, закрепляемая перед глазом бойца на защитном шлеме, тактических очках либо противоосколочной маске.

Применение такой системы позволяет осуществлять оперативный вывод требуемой информации бойцу, а также имеет существенные основные преимущества перед классическими средствами (мониторами):

- значительно меньшие габаритные размеры и масса;
- значительно меньшее энергопотребление;
- защищенность от солнечных засветок.

Исходя из перспективности данных систем в ОАО «Конструкторское бюро «Дисплей» разработаны и изготовлены ряд образцов микродисплейных систем индикации и систем дополненной реальности, которые различаются по функционалу и применяемости. Их технические характеристики соответствуют требованиям, предъявляемым к изделиям военной техники, что позволяет использовать ее в перспективных индивидуальных оптико-электронных комплексах бойца [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Дополненная реальность в военно-промышленном комплексе / 2017-07-14 / (<https://robhunter.com>);
2. Военные новости: использование виртуальной и дополненной реальности Пентагоном / 2017-08-21 / Илья Плеханов (<https://inosmi.ru>);
3. Микродисплейные системы индикации (https://kbdisplay.by/production/helmet-mounted_display_system/).

ROSLIKOV S.

«Display», Design Office, OJSC

MICRO-DISPLAY SYSTEMS DESIGNED BY «DISPLAY», DESIGN OFFICE, OJSC

Summary. «Display», Design Office, OJSC designed and produced several samples of micro-display systems and AR-systems as well, which are different in their functionality and application. Their technical parameters correspond to military requirements, what allows to use them in perspective soldier's individual optic-electronic complexes.

Д. В. ЧЕРНОБАЙ

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

**ПЕРСПЕКТИВЫ ОБЪЕДИНЕНИЯ МАКРО- И НАНОСТРУКТУР
В ГИБРИДНЫХ НАНОКОМПОЗИТАХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НАНОБРОНИ,
ЭЛЕМЕНТОВ БРОНЕЗАЩИТЫ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ
СТАРТАП-ПРОЕКТ «POLYADAMANTIUM»**

Аннотация. В результате работы над материаловедческой частью и схемами наноконкомпозитов было выяснено, что использование дешёвых полимеров не оправдано в роли матрицы для наноконкомпозитов, а перспективы объединения макро- и наноструктур в бронезащите – это поиск альтернативного пути развития технологий, который также, как и современные используемые технологии, тоже заслуживает определённого внимания.

Для nanoцеллюлозы полиамиды («Гроднамид-27», «Гроднамид-33» и др.), выпускающиеся в Республике Беларусь, не особо подходят – они впитывают влагу и разбухают. Тут нужны матричные полимеры конструкционного или суперконструкционного типа, специализированные марки и даже смеси (бленды) полимеров разного типа.

Многие белорусские исследователи задаются вопросом – почему, когда в Республике Беларусь даже со времён распада СССР сохранилась собственная научная школа, есть новые достижения в области создания нанометаллов и керамики, но при этом не слышно о создании наноброни или каких-то прорывных материалов для военной отрасли, Арктики или космоса с использованием именно полимерных матричных материалов? В таких странах, как Россия, США, Япония, Великобритания, Индия, Китай, Турция активно развивается область нанотехнологий специального назначения, предназначенных для создания новых перспективных материалов на основе новейших достижений в области создания наноконкомпозитов, аморфных металлических сплавов (металлических стёкол – металлглассов), прозрачной нанокерамики (усиления прозрачной бронекерамики наночастицами и нанотрубками).

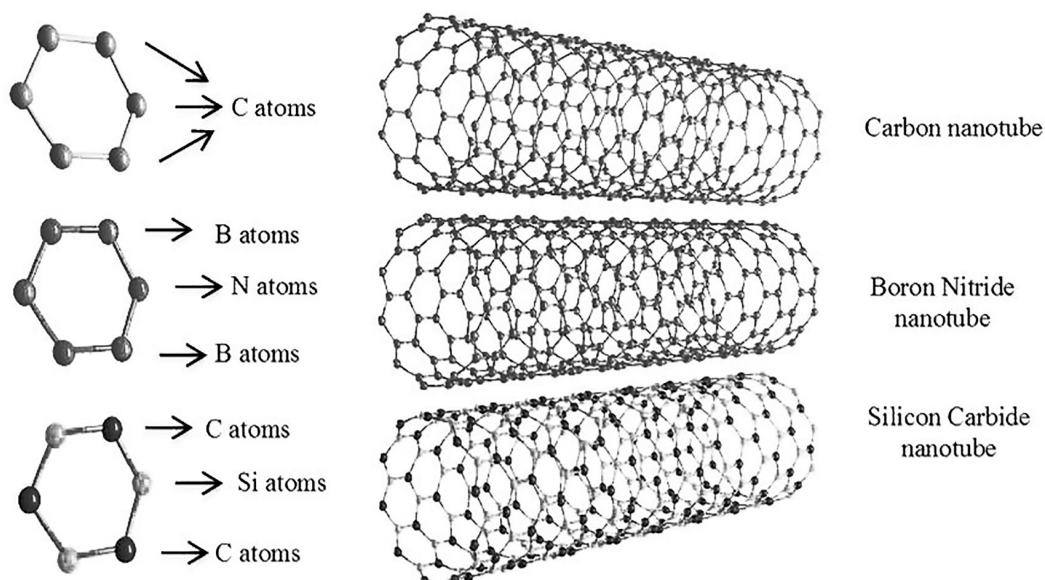


Рисунок 1. – Три разновидности нанотрубок с ростом их эффективных свойств и редкости в продаже (углеродные (коммерчески доступны по всему миру), бор-нитридные (продаются в минимальных количествах только лабораториями и за границей) и карбид-кремниевые (коммерчески недоступны, изучаются в НАСА США). Температура разрушения возрастает при этом от 400, до 800 и 1000 °С, соответственно

Перспектива объединять в гибридных и градиентных нанокompозитах и макро- и наноструктур очень перспективна и эффекты, которые можно получить от такого объединения, наиболее полезны именно в баллистике, в защитных покрытиях, в т.н. «наноброне». Реально ли создать на территории Беларуси изделие, именуемое наноброней? Реально. И не надо для этого выдавать за наноброню баллистическую керамику, усиленную наночастицами, это ещё не полноценный нанокompозит.

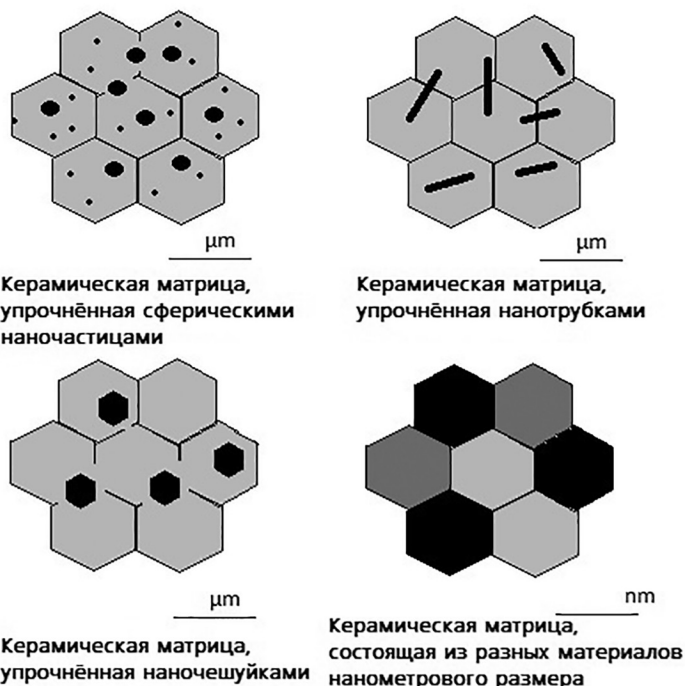


Рисунок 2. – То, что в наше время выдаётся за наноброню – это обычная бронекерамика, упрочнённая наночастицами на границе фаз или зёрен для увеличения трещиностойкости. Не является в полной мере гибридным нанокompозитом

Таблица 1. – Сравнение прочностных свойств матричных полимеров производства предприятий Республики Беларусь и конструкционных и суперконструкционных полимеров и их смесей зарубежного производства

Название	Сравнительный уровень прочности по отношению к металлу	Водопоглощение	Баллистическая стойкость и прочность на сжатие
Полиамиды белорусского и российского производства	Уступают металлу по прочности, но в армированном виде достаточно долговечны	Активно поглощают воду до насыщения	В виде наполненных водой полимеров – характеристики ухудшаются. От 120 МПа
Конструкционные полимеры и их смеси западного производства	Заменители цветных металлов	Поглощают от 1–2 %	Только в армированном арамидами виде. От 125–200 Мпа и выше
Суперконструкционные полимеры и их смеси западного производства	Заменители металла и стеклопластика	Поглощают ниже 0,2–0,3 %	В аморфном виде похожи на стекло или керамику. 500–600 МПа и выше.
Нанокompозиты на базе суперконструкционных полимеров и аморфных и диборидных наночастиц	Заменители аморфных металлических сплавов и углепластиков, базальтопластика	Практически не смачиваются водой, либо поглощают ниже 0,1–0,2 %	Имеется – на уровне металлглассов или керамики, но меньше вес. Увеличенная баллистическая и трещиностойкость. Сжатие от 650 МПа до значений в ГПа

Для nanoцеллюлозы полиамиды («Гроднамид-27», «Гроднамид-33» и др.), выпускающиеся в Республике Беларусь, не особо подходят – они впитывают влагу и разбухают. Тут нужны матричные полимеры конструкционного или суперконструкционного типа, специализированные марки и даже смеси (бленды) полимеров разного типа [1], [2].

Конкурентные преимущества нанокомпозитов для бронезащиты роботов, дронов и экзоскелетов перед аморфными металглассами. Рано или поздно в продажу на территорию Беларуси придут корпуса часов, смартфонов iPhone, Huawei и различной военной и медицинской техники, созданные из уникальных материалов – т.н. «металлических стёкол». На самом деле это аморфные металлические сплавы с уникальной стойкостью к ударам (невероятно высокая твёрдость при высокой пластичности, что недоступно металлам в обычном кристаллическом состоянии). Но и они обладают недостатками – высокой стоимостью и невысокой термостойкостью. Возможно создать конкурирующий материал с меньшим весом и высокой прочностью. Ещё большее преимущество нанокомпозиты имеют перед обычным углепластиком:

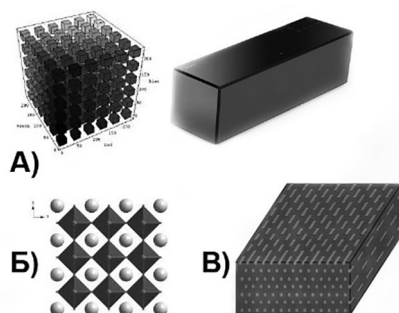


Рисунок 3. – Пример на сравнении схемы двух видов нанокомпозитов с использованием наночастиц диборидов тугоплавких металлов (А), наночастиц нитрида бора (Б) с обычным углепластиком (В) – более компактная и однородная структура нанокомпозитов, способствующая большей механической и термической стойкости

В результате работы над материаловедческой частью и схемами нанокомпозитов было выяснено, что использование дешёвых полимеров не оправдано в роли матрицы для нанокомпозитов, а перспективы объединения макро- и наноструктур в бронезащите – это поиск альтернативного пути развития технологий, который также, как и современные используемые технологии, тоже заслуживает определённого внимания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Полимерные смеси / Под ред. Д. Р. Пола, К. Б. Бакнелла. СПб., 2009. Т. 1–2. – С. 25–37.
2. Кулезнев В. Н. Смеси и сплавы полимеров. СПб., 2013. – С. 22–45.

CHERNOBAY D. V.

Belarusian National Technical University. Minsk city, Republic of Belarus

PROSPECTS FOR THE ASSOCIATION OF MACRO AND NANOSTRUCTURES IN HYBRID NANOCOMPOSITES FOR CREATING NEW CONSTRUCTION MATERIALS FOR NANOARMOR, ELEMENTS OF ARCHITECTURE OF EXOSKELETS STARTUP PROJECT «POLYADAMANTIUM»

Summary. As a result of work on the material science part and nanocomposites schemes, it was found that the use of cheap polymers is not justified as a matrix for nanocomposites, and the prospects for combining macro and nanostructures in armor protection is a search for an alternative way of technology development, which also, also deserves some attention.

Polyamides (Grodnamid-27, Grodnamid-33, etc.) produced in the Republic of Belarus are not very suitable for nanocellulose – they absorb moisture and swell. Here we need matrix polymers of structural or super-structural type, specialized brands, and even mixtures (blends) of different types of polymers.

Научное издание

**8-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОБЛЕМАМ, ПРОБЛЕМАМ ОБОРОНЫ
И БЕЗОПАСНОСТИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ДВОЙНОГО
ПРИМЕНЕНИЯ**

(Минск, 16–17 мая 2019 г.)

Сборник научных статей

В пяти частях

Часть 5

Статьи публикуются в авторской редакции

Ответственный за выпуск *В. В. Казбанов*
Корректор *О. Г. Тихонович*
Компьютерная верстка *М. Р. Аксой*
Дизайн обложки *В. А. Рацкевич*

Подписано в печать 26.04.2019. Формат 60×84 1/8.
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 12. Уч.-изд. л. 7,78.
Заказ 8. Тираж 50 экз.

Издатель и полиграфическое исполнение:
ООО «Лаборатория интеллекта»
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя
и распространителя печатных изданий № 1/529 от 13.04.2018.
Ул. Солтыса 187, 6 этаж, офис 21, 220070, г. Минск.
www.mozgpublisher.by
Тел.: +375 44 715-75-70, E-mail: editions@laboratory.by