

Александр Юрьевич Пермяков (доктор техн. наук, профессор)¹

Наталья Александровна Королюк (канд. техн. наук)²

Елена Павловна Шапошникова (канд. техн. наук)³

¹*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

²*Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени И.Кожедуба, Харьков, Украина*

³*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина*

ПОДХОД ПО ФОРМИРОВАНИЮ РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ ОБОСНОВАННЫХ РЕШЕНИЙ ОПЕРАТОРОМ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ УПРАВЛЕНИИ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

В статье рассматривается система дистанционного управления БЛА. Задача формирования команд при дистанционном управлении носит логико-аналитический характер, выработка единых правил определения программы, параметров полета в условиях неопределенности является трудноразрешимой задачей. Недостаточная степень адаптивности к внешним условиям и неспособность выработки сигналов управления на борту БЛА на основе неполной, неточной исходной информации, несмотря на достаточный уровень решения расчетных задач, негативно сказывается на качестве решения поставленной задачи. Предлагается для повышения эффективности решения задач разведки, целеуказания, корректировки артиллерийского огня, оценки результатов ударов использование интеллектуальной системы поддержки принятия решений (СППР). В основе функционирования интеллектуальной СППР лежит процедура сопоставления текущего и эталонного изображения с последующим формированием рекомендаций оператору по управлению БЛА. В основе системы предложено использование структурно-лингвистического подхода, когда каждый объект на изображении после кодирования представляется некоторой структурой «языкового» типа. После совмещения эталонных и текущих изображений в результате логического вывода в производственной модели представления знаний формируются рекомендации оператору.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, система поддержки принятия решений.

Введение

Опыт локальных конфликтов показывает, что формы и способы ведения военных действий претерпели существенные изменения. На первое место выходит не количественно-качественный состав противоборствующих группировок, а информационное обеспечение военных действий. Участвующие в современной войне силы высокоинтеллектуальные, поэтому информационное противоборство – ключевой момент в вооруженном противостоянии. Пользуясь знаниями, полученными от всеохватывающего наблюдения за полем боя и расширенного понимания намерений командования, силы будут способны к самосинхронизации и станут эффективными при автономных боевых действиях. Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам (БЛА) успешно выполнять функции, которые в прошлом выполнялись другими силами и средствами.

Ведение разведки с целью достижения информационного обеспечения своих войск является основной и приоритетной задачей

применения БЛА. Информационное обеспечение боевых действий – это совокупность факторов, которые включают данные о противоборствующей стороне, возможность прогнозирования последующих действий и воздействия на них в своих интересах в условиях противодействия противоположной стороны.

В последнее время достаточно большое внимание уделяется воздействию новых информационных технологий в военной сфере. Их широкое внедрение значительно увеличивает новые возможности традиционных видов вооружений и военной техники.

Результаты анализа антитеррористической операции (АТО) на Востоке Украины показывают высокую эффективность применения БЛА при выполнении задач ведения наблюдения, разведки, целеуказания, РЭБ, корректировки огня. Управление движением БЛА осуществляется с наземного пункта управления, включающего в себя пункт управления (ПУ) вместе с программным обеспечением (ПО) и аппаратуру приема и передачи данных по каналу радиосвязи (рис.1).

Управление БЛА осуществляется одним из

возможных вариантов: пилотом-оператором (ручное управление), системой автоматического управления или совместным применением системы автоматического и ручного управления (автоматизированное управление).

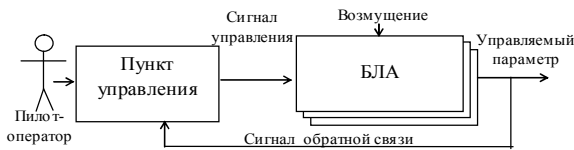


Рис. 1 Система управления БЛА

Проведенный анализ систем управления показал, что дистанционное управление (ДУ) включает достоинства остальных режимов и заключается в передаче по командной радиолинии заданий для исполнительных механизмов.

Система ДУ отвечает за планирование полетного задания, формирование команд управления для системы автоматического управления при изменении маршрута полета пилотом-оператором, настройку параметров системы автоматического управления, отображение телеметрической информации, анализ полетных данных, а также управление полезной нагрузкой БЛА. Со стороны пилота-оператора ДУ сводится к уточнению программы полета на маршруте, выдаче разовых команд в районе решения целевой задачи. Задача формирования команд при ДУ носит логико-аналитический характер, выработка единых правил определения программы, параметров полета в условиях неопределенности является трудноразрешимой задачей.

Таким образом, оперативная гибкость, способность в режиме реального времени передавать полученную информацию на вышестоящие уровни управления и своевременно на любом этапе полета получать необходимые данные для ее анализа и принятии решения обуславливают целесообразность использования дистанционного режима управления.

Дистанционное управление оператором БЛА - это сложная многокритериальная задача. Противоречивость требований к результату принимаемых решений, неоднозначность оценки ситуации, ошибки в выборе приоритетов усложняют процесс принятия решений при управлении, не позволяют эффективно обрабатывать информацию и оперативно анализировать ее для принятия обоснованных решений. Основные задачи, решаемые оператором при ДУ, носят логико-аналитический характер, требуют обоснованных оперативных решений на основе получаемой фото и видеоинформации и состоят из:

выработки решения на выполнение действий по поиску объектов на основании результатов анализа событий и уровня располагаемых возможностей БЛА;
обнаружения, распознавания и

определения координат выбранного объекта;
использования принципа выбора объекта по степени его важности и приоритетности;
приема, переработки и анализа достоверности получаемой по радиоканалу информации;
обеспечения устойчивого управления движением БЛА по маршруту, на котором ожидается присутствие интересующих оператора объектов;

использования технических возможностей бортовых устройств и систем БЛА;

управление полезной нагрузкой: управление линией видимости камеры; контроля направления и наклона камеры по осям; захват моментального снимка, запоминание и создание метки на фоне карты; изменение масштаба; изменение фокусирования.

Оператор БЛА в современных условиях ведения боевых действий выполняет навигационные, аналитические функции, осуществляет процессы по расшифровке фото и видеоинформации и непосредственно является лицом, принимающим решение. Необходимы слаженные и продуманные действия оператора, осуществление которых можно только благодаря опыту, знаниям по управлению БЛА и дешифровке фото и видео информации. Основные функции ПО направлены на обеспечение выполнения типовых операций оператором, а решение логико-аналитических задач, связанных с выбором объекта по степени его важности, переработкой получаемой по радиоканалу информации, выработкой решения на выполнение действий по поиску объектов с учетом уровня располагаемых возможностей БЛА в условиях оперативного изменения условий наблюдения не решены и требуют от оператора высокой квалификации и интуиции, оперативности принятия решений по управлению БЛА.

Таким образом, существует противоречие между необходимостью своевременной выработки достаточно обоснованных рекомендаций по управлению БЛА в условиях неопределенности и ограниченными возможностями ПО, существующих наземных ПУ.

Разрешение данного противоречия возможно путем усовершенствования ПО на ПУ путем применения новых информационных технологий, в частности технологий интеллектуальных систем, что позволит исследовать динамические процессы, формулирование которых выходит за рамки количественных моделей [5].

Анализ литературы. Анализ существующей отечественной и зарубежной литературы [1,2,3] показывает, что до сегодняшнего времени отсутствует единый общепринятый подход по дистанционному управлению БЛА при решении различных задач. В [1] рассматривается порядок формирования маршрута полета при автоматическом управлении БЛА только для решения задач разведки. Недостаточная степень

адаптивности к внешним условиям и неспособность выработки сигналов управления на борту БЛА на основе неполной, неточной исходной информации, несмотря на достаточный уровень решения расчетных задач, негативно сказывается на качестве решения поставленной задачи. В [2] рассмотрены вопросы, связанные с использованием технологий «машинного зрения» для автоматического определения значений

Проведенный анализ показал, что при планировании и проведении боевых действий в АТО воздушная разведка является основным, надежным источником регулярного получения достоверной информации в любое время независимо от погодных условий, географического размещения разведываемых районов, объектов. Требования, предъявляемые к видам воздушной разведки, приведены на рис. 2.

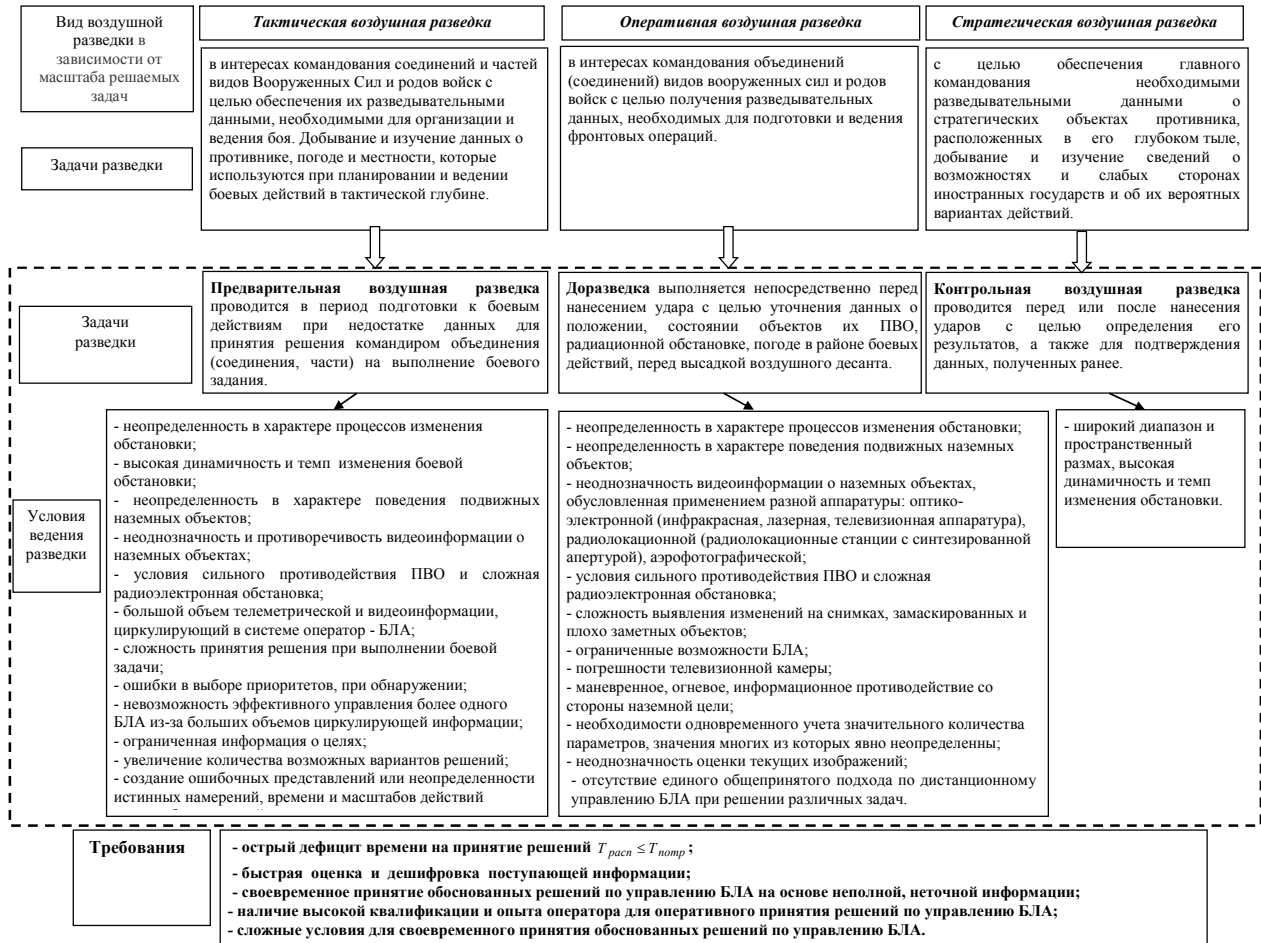


Рис.2 Условия и требования, предъявляемые к воздушной разведке

текущих координат объектов с целью формирования сигналов управления движением БЛА. В [4,5] приведено состояние и перспектива разведывательных БЛА. Эти данные могут составить основную информацию для экспертов при формировании правил формирования команд при управлении БЛА во время разведки, целеуказания, корректировки артиллерийского огня, оценки результатов ударов. Анализ литературы дает возможность сформулировать цель статьи.

Цель статьи заключается в разработке подхода по формированию рекомендаций для своевременного принятия обоснованных решений оператором при дистанционном управлении БЛА.

Изложение основного материала исследования.

Среди задач обеспечения боевых действий группировки тактического и оперативно-тактического уровня особое место занимают задачи разведки, которая делится на предварительную разведку, доразведку и контроль.

В настоящее время управление БЛА в основном ведется оператором с помощью передачи ему видовой информации, принимаемой на борту. Решение об обнаружении искомого объекта и последующих действиях принимает оператор. К недостаткам технологии непосредственного участия оператора в процессе ДУ БЛА в реальном времени следует отнести:

сложные условия работы, приводящие к повышению ошибок обнаружения, принятия решений о последующих действиях;

невозможность эффективного управления более одного БЛА из-за больших объемов циркулирующей информации;

снижение производительности поиска, обнаружения, решения поставленной задачи при оперативном изменении условий наблюдения;

необходимость соответствующей квалификации и опыта для оперативного принятия решений.

Одним из направлений, позволяющих существенно повысить эффективность решения задач разведки, целеуказания, корректировки артиллерийского огня, оценки результатов ударов является использование интеллектуальной системы поддержки принятия решений (СППР) при ДУ БЛА на НПУ. В основе функционирования интеллектуальной СППР при ДУ БЛА лежит процедура сопоставления текущего и эталонного изображения с последующим формированием рекомендаций оператору по управлению БЛА с использованием:

- существующей априорной информации о возможных объектах (явлениях, процессах) интереса, включающей тип, количество, их атрибуты, взаимное расположение, геометрические и яркостные характеристики, параметры двумерных полей (например — поля рельефа, оптического контраста и т.п.), позволяющей построить её эталонное изображение;

- апостериорной информации о наблюдаемой в процессе полета сцене (условиях её наблюдения, характеристиках сенсорных датчиков и их ошибках, и т. п.), представляющей собой текущее изображение в определенном спектральном диапазоне.

Однако задача формирования рекомендаций по управлению БЛА носит логико-аналитический характер и выработка единых правил определения способа сближения с наземной целью (НЦ), ракурса, высоты полета, дистанции выхода на НЦ в условиях неопределенности является трудноразрешимой задачей:

- наличие существенной априорной неопределенности в информации об объектах распознавания и сцене в целом (разнородность, неточность и неполнота информации, изменчивость двумерных полей и т.д.);

- наличие изоморфных преобразований (искажений) текущего изображения (изменение общего уровня яркости, масштаба, сдвиг и поворот изображения относительно всех трех ортогональных осей и т.д.), приводящих к его пространственно-временной трансформации; наличие помех естественного и искусственного происхождения, включая полное или частичное затенение (загораживание) объектов или сцены в целом. Исходя из сказанного, необходимо выделить три основных направления исследований по решению указанной проблемы.

1. Разработка методов и технологий формирования эталонных изображений

(эталонных описаний) на основе использования аэро- и космоснимков заданных участков земной поверхности, каталогов отражательных характеристик, описаний характерных черт объектов естественного и искусственного происхождения, априорной информации об условиях наблюдения рассматриваемых сцен при получении текущих изображений и т. д.

2. Разработка алгоритмов совмещения эталонных и текущих изображений, обеспечивающих робастность к изменению априорных предположений о характеристиках изображений наблюдаемых сцен.

3. Разработка наземной интеллектуальной СППР при ДУ БЛА, реализующие алгоритмы совмещения эталонных и текущих изображений с последующим формированием рекомендаций оператору при решении различных задач.

При разработке методов и технологий формирования эталонных изображений необходимо учитывать, что входная информация представляет собой изображение рассматриваемой сцены (или несколько изображений, включая стереопары), а выходная состоит из описания сцены, объекта, породившей это изображение (или изображения). Описания должны соответствовать как эталонному, так и текущему изображениям и быть представлены в форме, обеспечивающей возможность последующего сопоставления этих описаний. Существует несколько подходов к формированию эталонного изображения и описаний: геометрический подход, основанный на формировании выразительной символической интерпретации сцены по одному или нескольким изображениям этой сцены в виде трехмерной геометрической модели; определение оптимальной комбинации проекций, позволяющей учитывать трехмерный характер геометрии объектов и сцены. Процедуры отличаются друг от друга выбором геометрических признаков объектов, методами описания этих объектов.

Рассмотрим возможную последовательность основных этапов подготовки эталонного описания. Исходными данными являются:

- цифровая модель местности (ЦММ), включающая цифровые модели объектового состава и подготовленная по сложившейся технологии с использованием аэрокосмофотоснимков и методов построения трехмерных геометрических моделей;

- основные характеристики бортового датчика текущего изображения (размер поля зрения, чувствительность, число элементов разрешения изображения при его представлении в цифровом виде);

- значения координат точки визирования при получении текущего изображения.

На первом этапе подготовки эталонного описания из ЦММ удаляются те её элементы, которые, возможно, не могут быть получены на текущем изображении; для заданных значений пространственных координат точки наблюдения

строится геометрическая модель наблюдаемой сцены (объекта) в цифровой форме с нанесенной точкой прицеливания. На втором этапе формируется описание эталонной модели наблюдаемой сцены (типового объекта), содержащего в символьном виде информацию о координатах контуров объектов и их высотах вместе с координатами точки прицеливания и точки наведения. На третьем этапе оператором реализуется экранное изображение эталонной модели с последующими операциями выделения наиболее информативных прямолинейных отрезков контуров типовых объектов сцены - эталонных элементов. К таким элементам относятся те, которые должны с большой вероятностью присутствовать на текущем изображении, обладать достаточной длиной и обеспечивать уникальность формы образованного из них эталонного фрагмента. На четвертом этапе эталонное изображение содержит описания:

- эталонных элементов в виде информации о прямолинейных отрезках контуров (координаты точек отрезка и его ориентация);
- эталонных фрагментов (координаты центра фрагмента, список эталонных элементов);
- эталонных групп (координаты центра и список включенных эталонных фрагментов), а также данные о взаимных положениях и допусках на пространственные связи эталонных фрагментов и групп.

Набор полученных эталонных описаний групп, фрагментов, конкретных типовых объектов, соответствующих измеренному значению дальности и ракурса и используемых для сравнения с текущим изображением, хранятся в базах данных.

Форма представления эталонного описания однозначно связана процессом обработки изображений и совмещения эталонных и текущих изображений. Процесс алгоритмизации в общем виде можно представить последовательностью процедур: фильтрация исходных изображений; выделения характерных черт; признаков, неформальных описаний, подлежащих сравнению с эталонным описанием в соответствии с критерием вида

$$\rho = \left(\sum_i a_i (F_i - G_i)^\alpha \right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (1)$$

ρ - мера близости эталонного и текущего описаний, представленных векторными функциями F_i и G_i ; скалярные величины a_i - весовые коэффициенты; i - номер эталона; $\alpha \in (1, \infty)$ - характеристики используемой метрики; анализа сцены и формирования рекомендаций оператору по ДУ БЛА.

Существуют различные методы сравнения изображений. Широко известен метод непосредственного сравнения эталонного и текущего изображений, рассматриваемых как

двумерные функции яркости (или интенсивности), $F(x,y)$, $G(x,y)$ (1). В качестве оценки меры близости часто используются значения коэффициента корреляции (нормированного, морфологического), отличающегося различными формами представления.

Во многих случаях вместо операций над полутоновыми изображениями, целесообразно оперировать с кодированными (бинарными) изображениями, в которых значения яркости каждого дискретного элемента принимают значения $\{0,1\}$. При сравнении изображений такого типа удобно использование метода «оконной» фильтрации, одной из разновидностей которого являются алгоритмы согласованной фильтрации. «Окном», совпадающим по форме с распознаваемым объектом, осуществляется в этом случае процедура просмотра всего изображения с подсчетом количества пикселей со значениями единицы для каждого текущего положения «окна». Если количество превышает значение некоторого заранее заданного порога, то обнаружение объекта считается совершившимся, а центр «окна» отмечается меткой, равной единице.

Существенными преимуществами, с точки зрения вычислительной трудоемкости, обладают методы структурно-лингвистического типа, когда каждый объект на изображении после кодирования представляется некоторой структурой «языкового» типа. Структурно-лингвистические знаки представляют собой непроецируемые элементы (символы) структуры распознаваемого объекта и отношения между этими элементами. После совмещения эталонных и текущих изображений в результате логического вывода в продукционной модели представления знаний, формируемых заранее и описывающих отношения между объектами (явлениями, процессами), управляющими функциями, непосредственно формируются рекомендации оператору.

Таким образом, в базе знаний в виде продукции вида (2), хранятся правила определения способа сближения с НЦ, ракурса, высоты полета, дистанции выхода на НЦ, управляющие действия по решению конкретной целевой задачи.

$$(j) : S; L; A \rightarrow B; Q, \quad (2)$$

где j – номер продукции, S – класс ситуации, L – условие актуализации, A , B – левая, правая части продукции, Q – указание, вводимые после реализации данной продукции.

Один из возможных вариантов функционирования интеллектуальной СППР при ДУ БЛА на НПУ может быть описан, следующей функциональной схемой (рис.3):

1) после выхода БЛА в заданный район наблюдения участка земной поверхности по

інформации от информационно-навигационной системы (ИНС) определяются расчетные значения углов ориентации и угловых скоростей линии визирования в вертикальной и горизонтальной плоскостях, наклонной дальности до заданного объекта (фрагмента изображения), в соответствии с которыми осуществляется выставка оптической оси датчика изображений в направлении расчетной точки целеуказания;

2) в расчетной точке траектории формируется текущее изображение объекта и района его расположения в зависимости от возможностей датчика изображений, скорости движения летательного аппарата и его маневренных возможностей, поставленной задачи;

3) текущее изображение передается по радиоканалу в реальном масштабе времени в СППР при ДУ БЛА на НПУ;

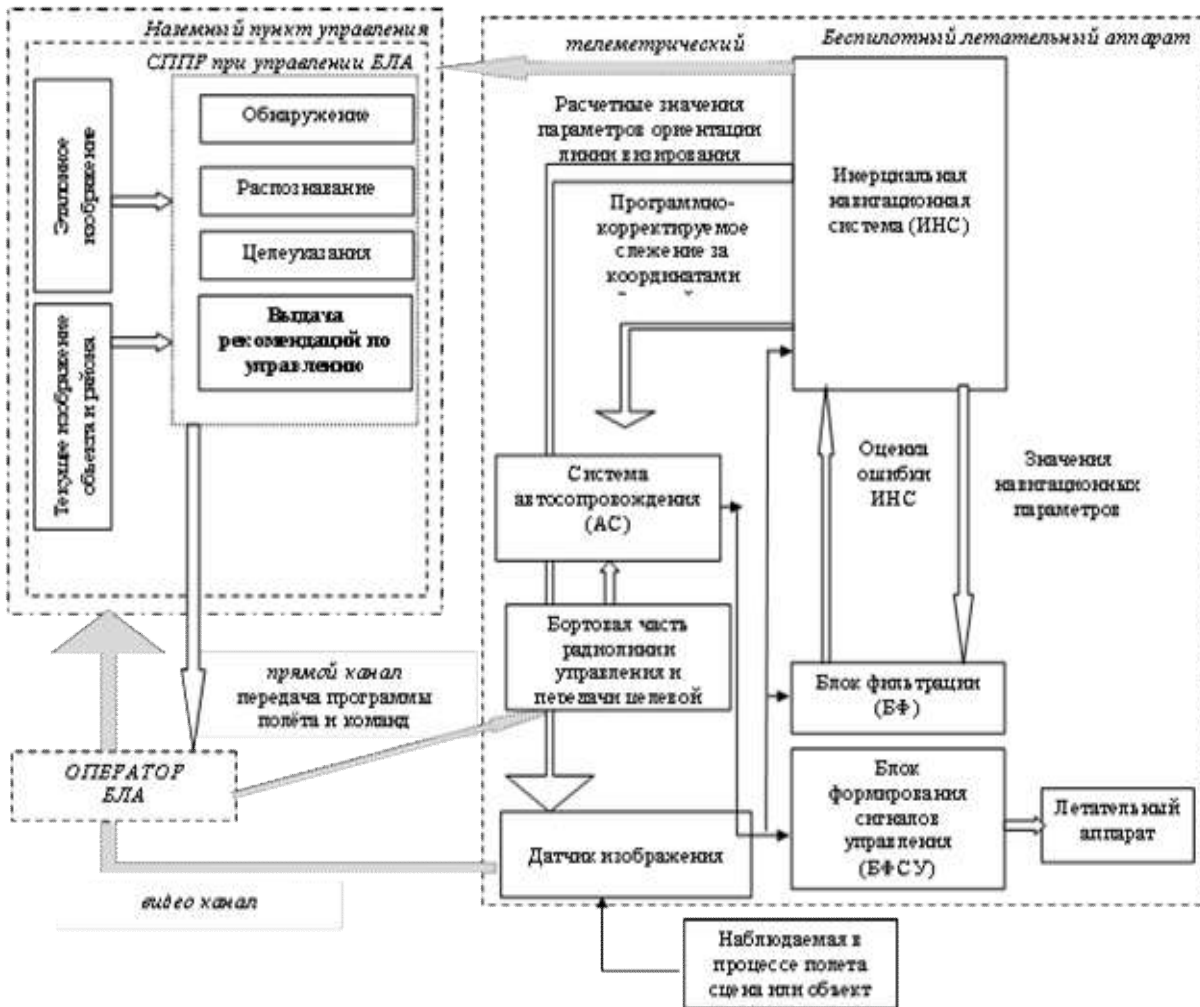


Рис. 3. Схема дистанционного управления БЛА с использованием интеллектуальной СППР

4) в СППР осуществляются операции фильтрация исходных изображений, выделения характерных черт, признаков, неформальных описаний и сопоставления с хранящимся в базе эталонным изображением, в результате которых решаются задачи обнаружения, распознавания и целеуказания заданного объекта и формирования рекомендаций оператору по ДУ БЛА в зависимости от поставленной задачи, при этом по информации от ИНС осуществляется программное управление датчиком изображений для непрерывной ориентации его оптической оси в направлении выбранной точки целеуказания;

5) реализация команд управления, поступивших от оператора БЛА, путем формирование сигналов управления;

6) переход в режим автосопровождения точки целеуказания;

7) допускается возможность повторения процедур обработки текущей информации и сопоставления его с эталонным изображением, выдачи рекомендаций оператору БЛА;

8) в случае срыва процесса автосопровождения управляющие сигналы формируются по информации от ИНС с учетом оценок, получаемых в блоке фильтрации.

Таким образом, использование интеллектуальной СППР при дистанционном управлении БЛА позволяет своевременно принимать обоснованные решения оператором в условиях неопределенности, противоречивости входной информации об объектах, ограниченных возможностях БЛА, сложной помеховой обстановки, маневренного, огневого, информационного противодействия со стороны наземной цели, значительного количества параметров, значения многих из которых явно неопределены. Только успешное решение логико-аналитических задач при дешифрировании аэроснимков, связанных с обнаружением, распознаванием, интерпретацией объектов, определением степени его важности, выработкой решения на выполнение управляющих действий, основанное на высокой квалификации, профессионализма, интуиции, дает возможность принять оперативное и качественное решение по управлению БЛА.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Разработка подхода по формированию рекомендаций для своевременного принятия обоснованных решений оператором при дистанционном управлении БЛА является актуальной проблемой. Оператор БЛА в современных условиях ведения боевых действий выполняет навигационные, интеллектуальные, аналитические функции, дешифрирует

информацию и является лицом, принимающим решение. Сложенные и продуманные действия оператора возможны только благодаря опыту, знаниям, профессиональному дешифрированию информации. Задача формирования команд при ДУ носит логико-аналитический характер, выработка единых правил определения программы, параметров полета в условиях неопределенности является трудноразрешимой задачей.

Одним из направлений, позволяющих существенно повысить эффективность решения задач разведки, целеуказания, корректировки артиллерийского огня, оценки результатов ударов является использование интеллектуальной СППР при ДУ БЛА на наземном пункте управления, что предусматривает решение частных задач.

Использование интеллектуальной СППР при управлении БЛА на НПУ позволяет своевременно принимать обоснованные решения оператором в условиях неопределенности, противоречивости входной информации об объектах, ограниченных возможностях БЛА, сложной помеховой обстановки, маневренного, огневого, информационного противодействия со стороны наземной цели, значительного количества параметров, значения многих из которых явно неопределены. Знания экспертов позволят сформировать единые правила по управлению БЛА при решении разных целевых задач в условиях неопределенности.

Литература

1. Alimpiev A., Berdnik P., Korolyuk N., Korshets O., Pavlenko M. Selecting a model of unmanned aerial vehicle to accept it for military purposes with regard to expert data Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. - №1/ 9 (85), 2017. – p. 53-60. 2. Камінський В.В., Тюрін В.В., апаратів в сучасних збройних конфліктах та АТО на Сході України Корщець О.А. Аналіз застосування безпілотних літальних Наука і оборона- К: №3/4 – 2017 р. – с. 4-8. 3. Більчук В.М. Оцінка ефективності прийняття рішень щодо оперативного управління в умовах нестехастичної

невизначеності інформаційного забезпечення / В.М. Більчук, В.І. Ткаченко, Є.Б. Смірнов // Системи озброєння і військова техніка. – 2008. – № 1 (13). – С. 2-9. 4. Цепляева Т.П., Поздышева Е. М., Поштаренко, А.Г. Анализ применения беспилотных комплексов // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. - Харьков: НАКУ «ХАИ», 2008. – Вып. 39. – С.149 – 154. 5. Соколов А.Ю. Алгебраическое моделирование лингвистических динамических систем // Проблемы управления и информатики. – 2000. - №2. – С. 141-148..

ПІДХІД ЩОДО ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ ОБГРУНТОВАНИХ РІШЕНЬ ОПЕРАТОРОМ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ УПРАВЛІННІ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ

¹Олександр Юрійович Пермяков (доктор техн. наук, професор)

²Наталія Олександрівна Корольок (канд. техн. наук)

³Олена Павлівна Шапошнікова (канд. техн. наук)

¹Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна

²Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба, Харків, Україна

³Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

В статті розглядається система дистанційного управління БЛА. Задача формування команд при дистанційному управлінні носить логико-аналітичний характер, розробка єдиних правил визначення програми, параметрів польоту в умовах невизначеності є складнорозв'язувим завданням. Недостатня ступінь адаптивності до зовнішніх умов та неможливість формування сигналів управління на борту БЛА на основі неповної, неточної вихідної інформації, незважаючи на достатній рівень вирішення

розрахункових задач, негативно впливає на якість вирішення заданого завдання. Пропонується для підвищення ефективності вирішення завдань розвідки, цілеуказання, корекції артилерійського вогню, оцінки результатів удару використання інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР). В основі функціонування інтелектуальної СППР лежить процедура сопоставлення поточного та еталонного зображення з подальшим формуванням рекомендацій оператору по управлінню БЛА. Запропоновано використання структурно-лінгвістичного підходу, коли кожен об'єкт на зображенні після кодування представляє собою деяку структуру "мовного" типу. Після узгодження еталонних та поточних образів в результаті логічного виведення в продукційній моделі представлення знань формуються рекомендації оператору.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, система підтримки прийняття рішень

APPROACH ON FORMING OF RECOMMENDATIONS FOR ACCEPTANCE OF REASONABLE DECISIONS OPERATOR AT REMOTE CONTROL BY PILOTLESS AIRCRAFT

¹Alexander Y. Permyakov (doctor of technical Sciences, Professor)

²Natalia A. Korolyuk (Candidate of Technical Sciences)

³Olena P. Shaposhnikova (Candidate of Technical Sciences)

¹National defence University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky, in Kiev, Ukraine

²Kharkiv national Air Forces named after I. Kozhedub, Kharkiv, Ukraine

³Kharkiv national Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

The article considers the system of remote control of UAV. The task of forming teams in remote control is logical and analytical, the development of common rules for determining the program, flight parameters under uncertainty is difficult to solve. Insufficient degree of adaptability to external conditions and the impossibility of forming control signals on board the UAV on the basis of incomplete, inaccurate initial information, despite the sufficient level of solving settlement problems, negatively affects the quality of the solution of a given task. It is proposed to increase the efficiency of solving the tasks of intelligence, target identification, correction of artillery fire, assessment of the impact of the use of the intellectual decision support system (DSS). At the heart of the functioning of intellectual DSS is the procedure of matching the current and reference image with the subsequent formation of recommendations to the operator for the management of UAV. The use of a structurally-linguistic approach is proposed, when each object in an image after coding represents a certain structure of the "linguistic" type. After reconciling the reference and current images as a result of the logical output in the production model of presentation of knowledge formed recommendations to the operator.

Key words: unmanned aerial vehicle, decision support system

References

1. Alimpiev A., Berdnik P., Korolyuk N., Korshets O., Pavlenko M. Selecting a model of unmanned aerial vehicle to accept it for military purposes with regard to expert data Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. - №1/ 9 (85), 2017. – p. 53-60. 2. Kaminsky V.V., Tyurin VV, Korshchats O.A. Analysis of the use of unmanned aerial vehicles in modern armed conflicts and ATO in the East of Ukraine Science and Defense - K: No. 3/4 - 2017 - p. 4-8 3. Bilchuk V.M. Estimation of decision-making efficiency in operational management in the

conditions of non-stochastic uncertainty of information support / V.M. Bilchuk, V.I. Tkachenko, Y.B. Smirnov // Systems of armament and military equipment. - 2008. - No. 1 (13). - S. 2-9. 4. Tseplyaeva T.P., Potsdysheva E.M., Mailartenko, A.G. Analysis of application of unmanned complexes // Open information and computer integrated technologies. - Kharkiv: KhAI "NAKU", 2008. - Issue. 39. - P. 149 - 154. 5. Sokolov A.Y. Algebraic Modeling of Linguistic Dynamic Systems // Problems of Management and Informatics. - 2000. - №2. - P. 141-148.