



УДК 621.396, 358.236
ГРНТИ 20.53.23

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СВЯЗИ И БОЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ МЕЖВИДОВОЙ ГРУППИРОВКИ ВОЙСК

*А.В. АНАНЬЕВ, кандидат технических наук, докторант
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
М.А. СТАФЕЕВ, кандидат военных наук, профессор Академии военных наук,
старший преподаватель
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
С.В. ФИЛАТОВ, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

Разработан многоуровневый метод оценки эффективности систем связи и боевого управления (СС и БУ), включающих аэромобильные сети связи (АСС) на базе беспилотных летательных аппаратов (БЛА), межвидовой группировки войск (сил) (МГВ(С)). Метод основан на принципе функционального структурирования боевой системы, образуемой МГВ(С) в интересах оценки эффективности связи и управления и адаптированном методе экспертной оценки по принятию решения на применение АСС.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат; сеть связи; межвидовая группировка войск; оценка эффективности; качество связи.

COMMUNICATION AND DATA INTERCHANGE SYSTEMS EFFICIENCY EVALUATION ON THE BASIS OF INTERSPECIFIC FORCES GROUPING UNMANNED AERIAL VEHICLES.

*A.V. ANAN'EV, Candidate of Technical Sciences, doctoral candidate,
MESC AF "N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy" (Voronezh)
M.A. STAFEEV, Candidate of Military Sciences, professor, senior lecturer,
MESC AF "N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy" (Voronezh)
S.B. FILATOV, associate Professor
MESC AF "N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy" (Voronezh)*

Communication and data interchange systems with airmobile communication network on the basis of interspecific forces grouping unmanned aerial vehicles efficiency evaluation method is developed. This method is based on the fighting system functional structuring, formed in interspecific forces grouping in the interests of communication and control efficiency and the adapted method of a decision-making on ACN application expert estimation.

Keywords: the unmanned aerial vehicle communication network, interspecific forces, efficiency estimation, communication quality.

Введение. Современные локальные вооруженные конфликты характеризуются формированием МГВ(С) включающих различные виды и рода войск и действующих по единому замыслу и плану. Так, например, согласно открытым источникам и освещаемых средствами массовой информации событиями, в Сирийской арабской республике



(САР) были задействованы воздушно-космические силы (ВКС), в том числе авиация морского базирования, силы (войска) ВМС, развернуты средства противовоздушной обороны (ПВО). Кроме того, современные операции (боевые действия), в том числе в САР характеризуются массовым применением БЛА различного назначения. При этом, тенденции применения БЛА таковы, что в ближайшей перспективе в воздушном пространстве в пределах театра военных действий будут находиться сотни, а может быть и тысячи БЛА действующие в рамках решения самостоятельных целевых задач и в составе групп. Применение БЛА в таких условиях потребует четкой взаимной координации в пространстве, как минимум за счет объединения их в группы, действующие в рамках единого целевого назначения.

Таким образом, можно констатировать следующие факты. Первое, существенно повысилась роль беспилотной авиации в ходе проведения операций (ведения боевых действий). Второе, появился новый принцип формирования группировок войск (сил), по крайней мере, в локальных вооруженных конфликтах, существенно влияющий на устоявшуюся армейскую систему управления войсками на поле боя. Изменение принципов ведения боевых действий требует пересмотра взглядов на формирование систем связи и управления войсками и, как следствие, разработки нового научного методического аппарата оценки эффективности вариантов систем связи и боевого управления.

В работах [0, 0, 0] в интересах повышения эффективности систем связи предложено применение БЛА, образующих АСС над полем боя. Функционально АСС представляет собой компонент системы связи и боевого управления (СС и БУ) МГВ(С). В работах [4, 5] представлен обобщенный перечень задач решаемых АСС на базе БЛА, как компонента воздушного эшелона объединенной автоматизированной цифровой системы связи (ОАЦСС) ВС РФ, обеспечивающего функционирование воздушного эшелона ОАЦСС в условиях высокой эффективности средств ПВО противника, затрудняющей (исключающей) применение традиционных воздушных ретрансляторов (вертолетов, самолетов, аэростатов); организацию связи при затруднении (невозможности) применения наземных средств связи в условиях труднопроходимой (заболоченной, горной) местности, в условиях крайнего севера; оперативное устранение «мертвых зон» связи наземных эшелонов ОАЦСС в случае уничтожения их компонентов противником.

С учетом изложенного, представляет интерес более предметного рассмотрения АСС на базе БЛА, как платформы информационного обмена для обеспечения управления боевыми действиями МГВ(С), что к настоящему времени, по крайней мере, в известной литературе не освещалось.

Целями работы являются: *разработка многоуровневого метода многокритериальной оценки эффективности функционирования боевой системы (в том числе системы связи), включающей АСС на базе БЛА и формирование принципов построения АСС на базе БЛА систем связи МГВ(С) с использованием военно-логического анализа ключевых факторов.*

Многоуровневый метод оценки эффективности СС и БУ с АСС на базе БЛА.

Боевые действия МГВ(С) характеризуются необходимостью оперативного формирования временных разведывательно-ударных контуров (ВРУК), в том числе с задействованием авиационных формирований (АФ), на примере которых рассмотрим метод, предлагаемый в работе.

Рассмотрим структуру принятия решения об эффективности вариантов организации СС и БУ с АСС на базе БЛА в рамках МГВ(С) на примере авиационной поддержки. Система управления и силы, решающие стоящие перед ними задачи являются для системы связи вышестоящими. В связи с этим, вклад системы связи, включающей АСС в повышение эффективности авиационного формирования предлагается оценивать с позиций вышестоящих систем.



Для рассмотрения подходов к оценке влияния системы связи на качество управления уточним основные понятия. Любая управляемая система может рассматриваться как составная часть системы более высокого порядка. На рисунке 1 представлена трехуровневая схема взаимосвязи обобщенных целей функционирования системы авиационной поддержки, системы управления и системы связи (рисунок 1) с использованием понятия «качество». В работе под качеством - совокупность свойств отличающий данный объект (процесс) от другого, под эффективностью - степень достижения цели (результата) при конкретных затратах.

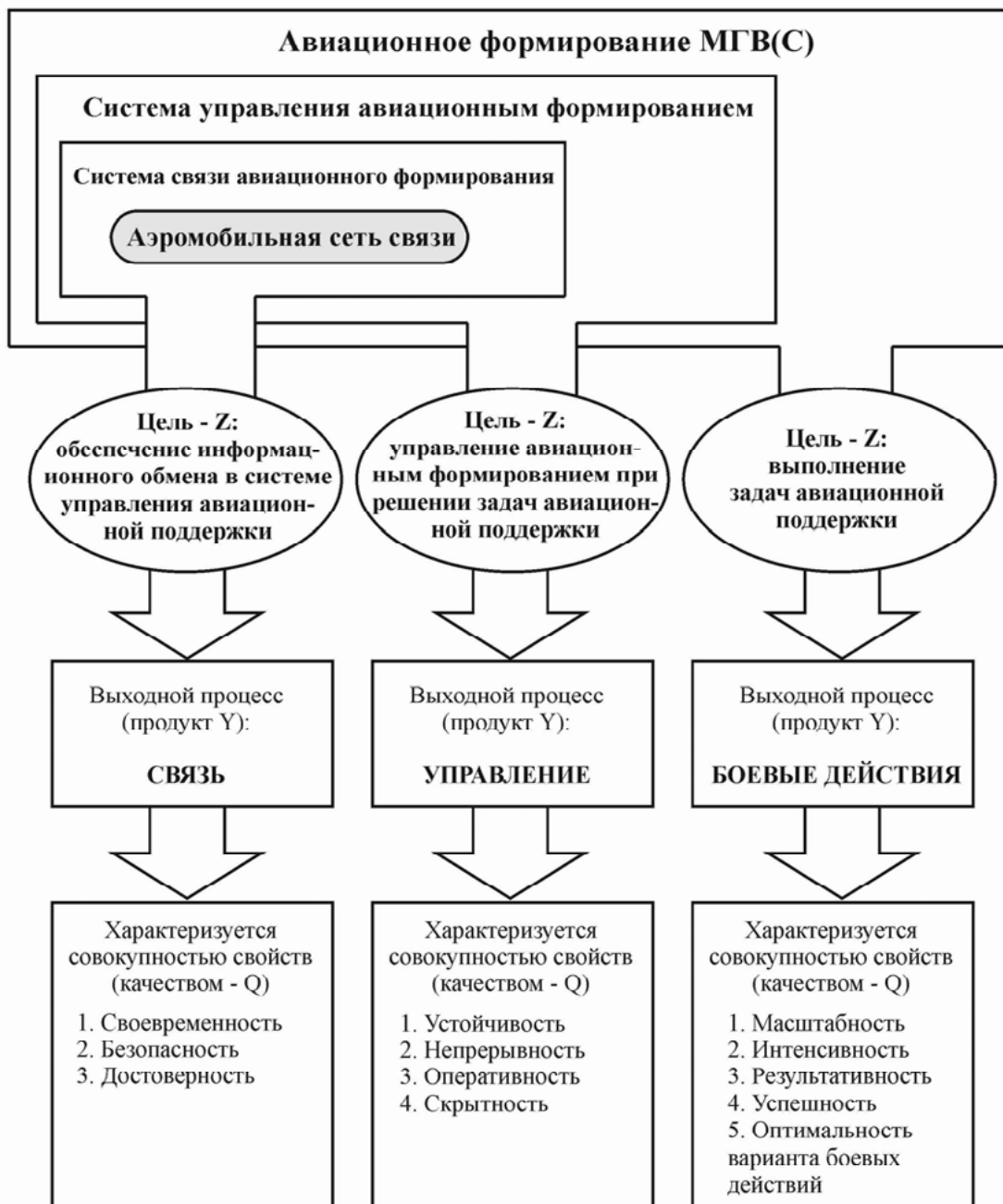


Рисунок 1 – Соотношение целей функционирования авиационного формирования МГВ(С), системы управления и системы связи МГВ(С), включающей АСС

Неопределенность применения комплексов группировок БЛА в качестве АСС СС и БУ МГВ(С) и соответствующей практики планирования боевых действий, многокри-



териальный характер принятия решения при необходимости учета разнородных факторов, позволяет учесть метод парных сравнений [0], применимый ко всем трем уровням системы авиационной поддержки (рисунок 1).

В качестве примера рассмотрим последовательно общие этапы оценки вклада АСС на базе БЛА в эффективность связи авиационного формирования.

ШАГ 1: Задание обстановки. Для получения возможности составления и обоснования экспертных оценок определим состав противоборствующих группировок и характер (форму) боевых действий. Тенденцией современного вооруженного противоборства является применение войсковых группировок, формируемых из разнородных частей и подразделений. Условимся, что спланированы несколько вылетов ударной авиации ВС РФ в рамках общевойсковой оборонительной операции в интересах авиационной поддержки сухопутного формирования переднего края. Дежурные силы ударной авиации, находящиеся в готовности к выполнению боевых задач, действуя по вызову, из положения дежурства «на земле» на удалении до 70-80 км от линии боевого соприкосновения войск. После отражения МАУ и нанесения ответно-встречных ударов вооруженное противоборство принимает характер систематического воздействия на противника (ведения боевых действий), при непосредственном соприкосновении общевойсковых соединений (типа мотострелковых бригад), с завоеванием господства в воздухе [10] и посредством боевых вылетов истребительной авиации и активным применением средств противовоздушной обороны.

ШАГ 2: Уточнение задач подразделений беспилотной авиации. На подразделения беспилотной авиации в рамках осуществления авиационной поддержки возложено ведение воздушной разведки в масштабе реального времени в зоне ответственности сухопутного формирования, а также выполнение специальных задач.

ШАГ 3: Выбор альтернативных вариантов систем связи. В качестве альтернативных вариантов систем связи авиационных формирований рассмотрим следующие: 1 вариант – существующая система связи авиации, представленная по признаку организованных ПУ, оснащенными стандартными средствами радиосвязи: пункт управления авиационными наводчиками (ПУАН) [11] ↔ пункт управления группы боевого управления (ПУ ГБУ) вблизи ПУ командира общевойскового соединения в интересах которого осуществляется авиационная поддержка ↔ КП авиационной части (АЧ); 2 вариант: ПУАН ↔ ПУ ГБУ, размещенный совместно с ПУ отряда (роты) подразделения БЛА авиационного формирования, приданного сухопутному формированию со стандартной системой управления каждым БЛА в отдельности по командно-телеметрической радиоперехватной линии (КТР) ↔ КП АЧ; 3 вариант: ПУАН ↔ ПУ ГБУ, размещенный совместно с ПУ отряда (роты) БЛА авиационного формирования подразделения, приданного сухопутному формированию со стандартной с имеющейся системой управления БЛА по КТР, дополненной интеллектуальной системой автономного взаимодействия БЛА [12] ↔ КП АЧ.

Шаги 4-8 являются отдельными для каждого из уровней: боевой системы, системы управления, системы связи. Сравнение прироста эффективности по трем уровням является дополнительным индикатором верности (не верности) полученных рангов альтернатив на основе экспертных суждений, потому, как рассматриваемые уровни вложены друг в друга и должна наблюдаться общность выводов.

ШАГ 4. Формирование совокупности критериев эффективности связи и влияющих на них факторов. В основу критериев эффективности положим свойства, рассмотренные выше и определяющие качество связи [0], а также учитываемые при оценке факторы.

Своевременность военной связи – способность военной связи обеспечивать сохранение и доставку сообщений (голосовую связь) в заданные сроки. Своевременность



определяется в основном [0]: временем развертывания узлов связи; быстротой установления связи с корреспондентами; временем обработки сообщений.

Безопасность военной связи – способность военной связи обеспечивать сохранение, в тайне от противника, содержания передаваемых сообщений и факта их передачи. Основными действиями, направленными на повышение безопасности военной связи являются [6]: исключение (снижение) возможности получения противником секретных и других важных сведений; исключение (снижение) возможности искажения или уничтожения информации противником; исключение (снижение) возможности ввода ложной информации противником в линии связи и передаваемые сообщения; исключение (снижение) возможности навязывания ложных режимов работы средствам связи и автоматизации.

Достоверность военной связи – способность военной связи обеспечивать воспроизведение передаваемых сообщений в пунктах приема с заданной точностью. Достоверность оценивается количественно численным значением вероятности ошибочного приема сообщения [6]. Кроме того, применение АСС на базе БЛА требует учета стоимости (материальных затрат) того или иного варианта организации связи.

ШАГ 5. Формирование иерархии принятия решения. С использованием приведенных свойств, включая показатель стоимость, и озвученных выше альтернатив, получим иерархию принятия решения, представленную на рисунке 2.

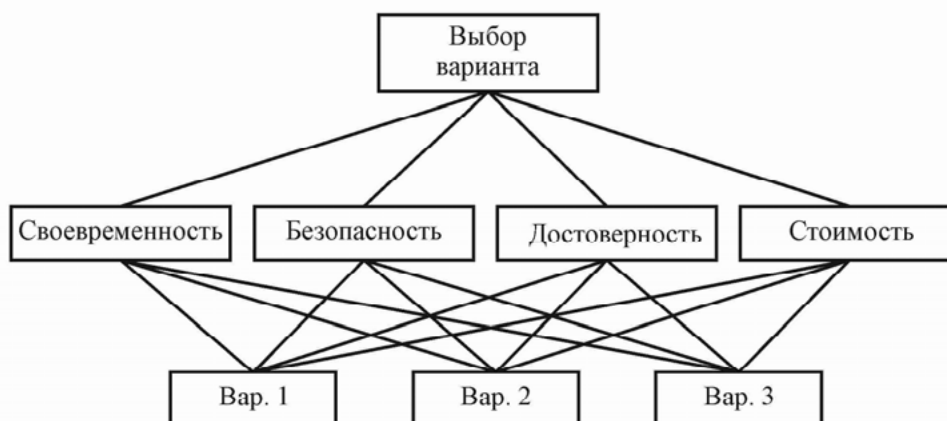


Рисунок 2 – Иерархия принятия решения

ШАГ 6. Ранжирование важности критериев. Применительно к конкретной системе связи авиационной поддержки и эпизода ведения систематических боевых действий критерии качества неравнозначны.

При реализации метода парных сравнений все сравнения производятся по девятибалльной шкале [0]: 1 – одинаковая значимость, 3 – слабая значимость, 5 – существенная значимость, 7 – очевидная значимость, 9 – абсолютная значимость, 2, 4, 6, 8 – промежуточные значения. При этом по результатам парных сравнений вычисляется индекс согласованности матрицы парных сравнений, показывающий согласованность полученных сравнений.

Осуществим последовательно сравнение критериев связи. Наиболее важным критерием при применении авиационной поддержки с использованием беспилотной авиации, в том числе с элементами искусственного интеллекта [0], в настоящем и будущем является безопасность связи. Это связано с интеллектуализацией боевых систем, наделением их автономией, поэтому возникает риск направления противником огневой мощи группировки БЛА против их обладателя. Кроме того, введение ложной информации в каналы передачи разведанных и боевого управления, в том числе организуемые с



использованием БЛА, может ввести в заблуждение и перенацелить ударную авиационную группировку на ложный объект удара или полностью дезорганизовать ее управление. Поэтому безопасность обладает существенной значимостью по отношению к своевременности и достоверности. Далее следуют практически равнозначные критерии достоверность и своевременность, за слабой значимостью преимущества достоверности, поскольку последняя в свою очередь влияет на своевременность. Последней по важности поставим стоимость, так как в любом случае потери, обусловленные плохим качеством связи будут критичнее. Результат парных сравнений приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Результат парных сравнений критериев

	Своевременность	Безопасность	Достоверность	Стоимость	Вектор приоритетов
Своевременность	1	1/5	1/3	4	0.1230
Безопасность	5	1	5	7	0.6223
Достоверность	3	1/5	1	3	0.1982
Стоимость	1/4	1/7	1/3	1	0.0565

ШАГ 7. Произведем сравнение альтернативных вариантов систем авиационной поддержки по критерию «своевременность военной связи». В этом случае для объективного сравнения альтернативных вариантов систем необходимо учесть максимальное количество компонентов информационного обмена, в том числе, своевременность передачи разведанных от датчиков до потребителей, быстроту ретрансляции команд боевого управления и информирования. Кроме того, скорость развертывания системы связи с использованием второго и третьего вариантов систем выше, так как позволяют быстро развернуть сеть доступа (ретрансляции), покрывающую район базирования и зону ответственности дивизии (бригады), в то время как при первом варианте это невозможно. Также расширенные возможности доступа к узлам АСС увеличивают скорость установления связи с корреспондентами. Результаты парных сравнений представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результат парных сравнений альтернатив по критерию «своевременность»

Своевременность	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вектор приоритетов
Вар. 1	1	1/5	1/7	0.0719
Вар. 2	5	1	1/3	0.2790
Вар. 3	7	3	1	0.6491

По критерию безопасность наиболее приоритетными являются второй и третий варианты так позволяют реализовать специальные алгоритмы маршрутизации, исключая (существенно затрудняющие) все аспекты по разведке, уничтожению, навязыванию ложных режимов работы. Кроме того, сетевое применение БЛА позволяет реализовывать алгоритмы селекции помеховых воздействий и гибкие методы маршрутизации, позволяющие минимизировать вскрытия информации противником [0, 0]. Наиболее уязвимой к реализации угроз безопасности является существующая одноканальная система (1 вар). Результаты парных сравнений представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результат парных сравнений альтернатив по критерию «безопасность»

Безопасность	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вектор приоритетов
Вар. 1	1	1/5	1/4	0.0989
Вар. 2	5	1	1/2	0.3643
Вар. 3	4	2	1	0.5368



По критерию «достоверность» передачи информации также наиболее приоритетным являются второй и третий способы. Это обусловлено, в том числе тем, что АСС позволяет реализовать многокритериальный выбор маршрута [0, 0], что также повышает вероятность безошибочной передачи информации (разведанных, команд боевого управления, информационных команд). Кроме того, последовательная ретрансляция информационных потоков, повышает помехозащищенность реализуемых каналов передачи данных. Создание мультиагентной системы разведывательных и боевых БЛА [0] открывает новые возможности по селекции помех, в том числе с использованием датчиков на основе преобразователей вида модуляции [0], поэтому приоритет третьего способа перед вторым по рассматриваемому критерию имеет существенную значимость. Наименее достоверная передача данных реализуется при первом варианте. Результаты парных сравнений по критерию «достоверность» приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результат парных сравнений альтернатив по критерию «достоверность»

Своевременность	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вектор приоритетов
Вар. 1	1	1/4	1/8	0.0675
Вар. 2	4	1	1/5	0.1991
Вар. 3	8	5	1	0.7334

Сравнение вариантов по критерию «стоимость» можно будем осуществлять с учетом вклада денежных средств в альтернативные варианты. Очевидно, что третий вариант самый затратный. Он требует создание принципиально новой системы управления, основанной на искусственном интеллекте. Удорожание второго варианта по отношению к первому кратно увеличению количества задействуемых БЛА и наземных пунктов дистанционного управления. Результаты парных сравнений по критерию «стоимость» приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результат парных сравнений альтернатив по критерию «стоимость»

Стоимость	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вектор приоритетов
Вар. 1	1	1/5	1/9	0.0603
Вар. 2	5	1	1/4	0.2311
Вар. 3	9	4	1	0.7085

ШАГ 8. На рисунке 3 представлены результирующие значения веса альтернативных вариантов построения системы авиационной поддержки.

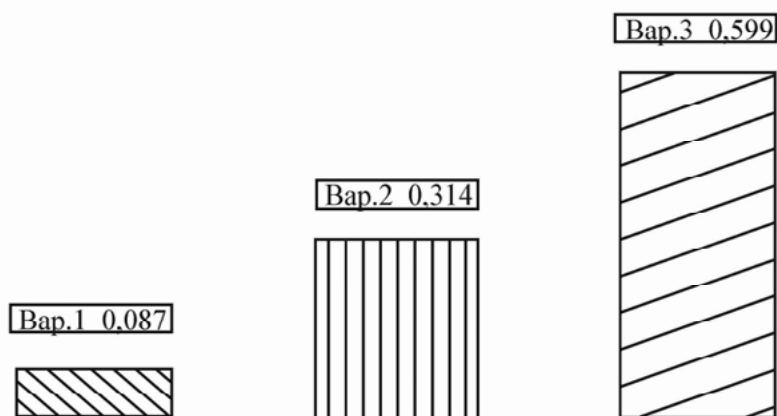


Рисунок 3 – Результирующие веса приоритетов альтернатив



Таким образом, приняв за точку отсчета уровень 0.087, соответствующий рангу первой альтернативы, т.е. существующему варианту авиационной поддержки для второго варианта получим прирост эффективности по отношению к нему в 3,61 раза, а для третьего варианта – в 6,89 раз.

Выводы. Предложен новый компонент систем связи и боевого управления – смешанная группировка беспилотных летательных аппаратов, объединенная единой аэромобильной сетью связи, в контуре авиационной поддержки сухопутных подразделений. Оценка прироста эффективности приведена на примере боевого эпизода применения группировки беспилотных летательных аппаратов в составе единой системы управления тактического звена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев А.В., Афанасьев А.Л., Змий Б.Ф., Кашенко Г.А. Многокритериальный выбор маршрута в системах связи на базе беспилотных летательных аппаратов // Актуальные вопросы исследований в авионике. Сб. нач.ст. по мат. докл. III Всероссийской НПК «Авиатор» (11-12 февраля 2016 г.): в 2-х томах. Т. – 2 Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА». 2016. С. 15-20.
2. Аджемов С.С., Чиров Д.С. Оценка возможности создания самоорганизующейся сети тактической связи на базе беспилотных летательных аппаратов // Телекоммуникации. 2016. №7. С. 25-31.
3. Леонов А.В., Чаплышкин В.А. Сети FANET // Омский научный вестник. 2015. № 3 (143). С. 297-301.
4. Ананьев А.В. и др. Аэромобильная сеть связи – эффективная система ретрансляции воздушного эшелона объединенной автоматизированной цифровой системы связи в условиях вооруженного конфликта // Военная мысль. 2017. №4. С. 7-10.
5. Ананьев А.В., Ерзин И.Х., Филатов С.В., Кашенко Г.А. Применение сетей связи на основе БЛА в составе ОАЦСС ВС РФ. Сб. ст. по мат. докл. V Всерос. НТК «Научные чтения им. Попова». Воронеж. ВУНЦ ВВС «ВВА». 2016 г. С. 22-28.
6. Арсланов Х.А. Стержень управления войсками. URL: <https://topwar.ru/34917-sterzhen-upravleniya-voyskami.html> (электронный ресурс: дата обращения: 26.10.2016).
7. Ермишян А. Г. Теоретические основы построения систем военной связи в объединениях и соединениях. Часть 1. Методологические основы построения организационно-технических систем военной связи. СПб.: ВАС. 2005. 740 с.
8. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети / Саати Томас Л. Пер. с англ. – М.: Ленанд. 2015. 360 с.
9. Литвиненко В.И. Основные тенденции огневого поражения в едином информационно пространстве в современных операция (боевых действиях) // Вестник Академии военных наук. 2014. №1. С. 99-103.
10. Организация, вооружение и способы действий передовых авианаводчиков ВС РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.milkavkaz.net/2016/05/sposoby-dejstvij-peredovuyh-avianavodchikov-vs-rf.html> (дата обращения 31.10.2016 г.).
11. Ананьев А.В., Кашенко Г.А. Система ситуационного управления рисками в конфликте комплексов беспилотных летательных аппаратов и противовоздушной обороны // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 9 (часть 1). С. 9-12.
12. Ананьев А.В. Синтез лестничных LC-схем с амплитудно-частотными характеристиками, оптимально приближенными по Чебышеву к произвольному закону // Телекоммуникации. 2016. №8. С. 2-8.
13. Ананьев А. В., Кашенко Г.А. Маршрутизация в аэромобильной сети связи на



базе беспилотных летательных аппаратах в условиях неопределенности // *Мат. докл. XXV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2016) Часть 1, Смоленск. 2016 г. С. 141-148.*

14. Ананьев А.В., Змий Б.Ф., Кашченко Г.А. Модернизация бортовых приемопередающих систем беспилотных летательных аппаратов на основе эволюционного подхода // *Радиотехника. 2016. № 8. С. 46-49.*

REFERENCES

1. Anan'ev A.V., Afanas'ev A.L., Zmii B.F., Kashchenko G.A. *Mnogokriterial'nyi vybor marshruta v sistemakh svyazi na baze bespilotnykh letatel'nykh apparatov // Aktu-al'nye voprosy issledovaniia v avionike. Sb. nach.st. po mat. dokl. III Vserossiiskoi NPK «Aviator» (11-12 fevralia 2016 g.): v 2-kh tomakh. T. – 2 Voronezh: VUNTs VVS «VVA», 2016. S. 15-20.*

2. Adzhemov S.S., Chirov D.S. *Otsenka vozmozhnosti sozdaniia samoorganizuiushcheisia seti takticheskoi svyazi na baze bespilotnykh letatel'nykh apparatov // Telekommunika-tsii. 2016. №7. S. 25-31.*

3. Leonov A.V., Chaplyshkin V.A. *Seti FANET // Omskii nauchnyi vestnik. 2015. № 3 (143). S. 297-301.*

4. Anan'ev A.V. i dr. *Aeromobil'naia set' svyazi – effektivnaia sistema retrans-liatsii vozdušnogo eshelona ob"edinennoi avtomatizirovannoi tsifrovoi sistemy svyazi v usloviakh vooruzhennogo konflikta // Voennaia mysl', 2017. №4. S. 7-10.*

5. Anan'ev A.V., Erzin I.Kh., Filatov S.V., Kashchenko G.A. *Primenenie setei svyazi na osnove BLA v sostave OATsSS VS RF. Sb. st. po mat. dokl. V Vseros. NTK «Nauchnye chteniia im. Popova». Voronezh. VUNTs VVS «VVA», 2016 g. S. 22-28.*

6. Arslanov Kh.A. *Sterzhen' upravleniia voiskami. URL: <https://topwar.ru/34917-sterzhen-upravleniya-voiskami.html> (elektronnyi resurs: data obrashcheniia: 26.10.2016).*

7. Ermishian A. G. *Teoreticheskie osnovy postroeniia sistem voennoi svyazi v ob"edineniakh i soedineniakh. Chast' 1. Metodologicheskie osnovy postroeniia organizatsionno-tekhnicheskikh sistem voennoi svyazi. SpB.: VAS, 2005. 740 s.*

8. Saati T. *Priniatie reshenii pri zavisimostiakh i obratnykh svyaziakh: analiticheskie seti / Saati Tomas L. Per. s angl. – M.: Lenand, 2015. 360 s.*

9. Litvinenko V.I. *Osnovnye tendentsii ogneвого porazheniia v edinom informatsionno prostranstve v sovremennykh operatsiia (boevykh deistviiakh) // Vestnik Akademii voennykh nauk. 2014. №1. S. 99-103.*

10. *Organizatsiia, vooruzhenie i sposoby deistvii peredovykh avianavodchikov VS RF [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.milkavkaz.net/2016/05/sposoby-dejstvii-peredovykh-avianavodchikov-vs-rf.html> (data obrashcheniia 31.10.2016 g.).*

11. Anan'ev A.V., Kashchenko G.A. *Sistema situatsionnogo upravleniia riskami v konflikte kompleksov bespilotnykh letatel'nykh apparatov i protivovozdušnnoi obo-rony // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2016. № 9 (chast' 1). S. 9-12.*

12. Anan'ev A.V. *Sintez lestnichnykh LC-skhem s amplitudno-chastotnymi kharakteristikami, optimal'no priblizhennymi po Chebyshevu k proizvol'nomu zakonu // Telekomunikatsii. 2016. №8. S. 2-8.*

13. Anan'ev A.V., Kashchenko G.A. *Marshrutizatsiia v aeromobil'noi seti svyazi na baze bespilotnykh letatel'nykh apparatakh v usloviakh neopredelennosti // Mat. dokl. XXV natsional'naia konferentsiia po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem (KII-2016) Chast' 1, Smolensk. 2016 g. S. 141-148.*



14. Anan'ev AV., Zmii B.F., Kashchenko G.A. Modernizatsiia bortovykh priemo-peredaiushchikh sistem bespilotnykh letatel'nykh apparatov na osnove evoliutsionnogo podkhoda // Radiotekhnika. 2016. № 8. S. 46-49.

© Ананьев А.В., Стафеев М.А., Филатов С.В., 2017

«Воздушно-космические силы. Теория и практика».. Материал поступил в редколлегию 17.07.2017 г.

Ананьев Александр Владиславович, кандидат технических наук, докторант, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru

Стафеев Михаил Александрович, кандидат военных наук, старший преподаватель, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru

Филатов Сергей Валентинович, доцент, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vaiu@mil.ru