



УДК 629.73.018.7
ГРНТИ 78.25.13

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УДАРНЫХ ДЕЙСТВИЙ АВИАЦИИ

В.А. ВАСИЛЬЕВ, кандидат технических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
П.А. ФЕДЮНИН, доктор технических наук, профессор
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
В.А. МАНИН, кандидат технических наук
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
А.В. ВАСИЛЬЕВ
ФГБУ «ГНМЦ» МО РФ (г. Мытищи)

В статье раскрываются проблемы методологии всестороннего анализа информационного обеспечения управления авиацией в контуре разведывательно-ударных действий. В целях эффективного применения авиации, авторами предложен концептуальный подход к определению субъективных требований к разведывательному обеспечению ударных действий авиации в условиях мобильности наземных целей. Выбраны и обоснованы показатели концептуальной оценки разведывательного обеспечения, а также даны рекомендации по практической реализации результатов исследований.

Ключевые слова: разведывательно-ударные действия авиации, разведывательно-ударный контур, концептуальная оценка разведывательного обеспечения ударных действий авиации.

CONCEPTUAL ASSESSMENT OF INTELLIGENCE SUPPORT FOR AIR STRIKE OPERATIONS

V.A. VASIL'EV, Candidate of Technical sciences, Associate Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
P.A. FEDYUNIN, Doctor of Technical sciences, Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
V.A. MANIN, Candidate of Technical sciences
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
A.V. VASIL'EV
FSBI «GNMC» of the Ministry of defense of the Russian Federation (Mytishchi)

The article reveals the problems of the information support comprehensive analysis methodology for aviation management in the reconnaissance and strike actions contour. The authors propose a conceptual approach to determining the subjective requirements for intelligence support of aviation strike actions in the conditions of the ground targets mobility in order to effectively use aviation. Indicators of the conceptual assessment of intelligence support are selected and justified, as well as recommendations for the practical implementation of research results are given.

Keywords: reconnaissance and strike actions of aviation, reconnaissance and strike circuit, conceptual assessment of intelligence support for air strike operations.

Введение. Обеспечение национальной безопасности государства приобретает черты комплексного мероприятия, включающего вопросы борьбы с международным терроризмом, разрешения региональных конфликтов и многое другое. В этой связи все более актуальным и приоритетным направлением реформирования вооруженных сил большинства ведущих



развитых стран становится всесторонняя интеграция боевых формирований и повышение уровня их взаимодействия за счет реализации принципов новых «сетевых» концепций. «Сетевая война» рассматривается отечественными военными теоретиками как ведение боевых действий в едином информационном пространстве (ЕИП) [1–3]. К основополагающим принципам данной формы боевых действий относят быстроту и синхронизацию, а к основным преимуществам:

повышение эффективности управления имеющимися разнородными силами и средствами в отсутствие непрерывной линии боевого соприкосновения противоборствующих сторон;

возможность применения боевых формирований в форме гибкой пространственно-распределенной разведывательно-ударной системы;

ведение разведывательно-ударных действий (РУД) в реальном или близком к нему масштабе времени с образованием родовых, межродовых и межвидовых разведывательно-ударных контуров (РУК);

повышение возможностей по применению высокоточного оружия различных типов и базирования.

Для ВВС планы поэтапной реализации «сетевых» концепций предусматривают в ближайшей перспективе отработку вопросов организации и применения временных РУК в интересах РУД авиации [4]. В контексте данных вопросов одним из ключевых является управление, обеспечивающее скоординированную в пространстве и синхронизированную во времени работу основных элементов контура РУД – системы средств разведки (СР), системы средств управления (СУ) и системы боевых средств (БС).

Известно, что основу процесса управления составляет информация. Следовательно, планируемый переход от платформоцентрических к сетевым принципам боевого применения авиационных ударных группировок должен сопровождаться разработкой и внедрением технологий оптимальной (рациональной) организации информационного обеспечения (ИО) управления авиацией в контуре РУД. В работе под ИО понимается предоставление информации (разведывательной, навигационной, метеорологической, топогеодезической и другой информации) органам управления ВВС, летным экипажам и взаимодействующим органам для выполнения целевых задач РУД. В самом общем представлении этот вид деятельности включает: определение потребностей в информации для управления авиацией на всех этапах выполнения боевой задачи; установление источников информации; обработку и преобразование информации в форму, отвечающую потребностям субъектов и объектов управления; организацию целенаправленного движения информации от источников до потребителей. При этом анализ ИО, как некоторой обобщенной характеристики существенных свойств данного вида деятельности, становится неотъемлемой частью самого процесса управления авиацией.

Актуальность. К настоящему времени методология всестороннего анализа ИО управления авиацией в контуре РУД слабо разработана даже в общих концептуальных аспектах, при этом границы понятия «информационное обеспечение» в военной науке очень размыты, а его трактовки увязаны с разными процессами управления. В частности, появилось и все чаще используется понятие «информационно-разведывательное обеспечение». При этом дискурс информационно-разведывательного обеспечения изобилует терминами «оперативное», «высокоточное», «достоверное», «надежное», а также их комбинациями. Чаще в популярной и специальной литературе ИО рассматривается исключительно как вид обеспечения автоматизированных систем управления (АСУ) и характеризуется в совокупности с внутренними показателями АСУ. Сложилась ситуация, когда ИО с приобретением роли значимого слагаемого эффективности боевого применения авиации должно быть выведено на новый уровень с новым значением понятия «уровень ИО» и соответствующей этому значению системой оценочных показателей. Разработанная на этой основе методология позволит на всех этапах подготовки и ведения боевых действий проводить с информационных позиций анализ



единой схемы задач управления авиацией в контуре РУД для оценки степени удовлетворения уровня ИО установленному требованию. Это, в свою очередь, позволит в интересах эффективного применения авиации обоснованно проводить заблаговременное планирование, изменять конфигурацию контура РУД, доводить тактическую информацию и команды управления до БС в зависимости от реально складывающейся обстановки. Кроме того, заказчикам вооружения и военной техники результаты решения научной задачи могут быть преобразованы в инструментарий для обоснования требований и к основным элементам контура РУД, и к взаимосвязи между ними – функциональному сопряжению.

В данной работе не ставилось целью разрешение проблемы анализа уровня ИО управления авиацией при ведении РУД. Это сложная научно-техническая задача, требующая выбора и обоснования множества показателей, требований к областям допустимых значений показателей, разработки методик измерения и правил их объединения для оценки уровня ИО. Авторы интересовали вопросы обеспечения разведывательной информацией ударных действий авиации, прежде всего, по наземным малоразмерным мобильным целям. Поэтому было принято решение ограничиться формулированием обобщенного показателя и критерия, на основании которого будет формироваться концептуальная оценка разведывательного обеспечения (РО) ударных действий авиации в условиях мобильности целей.

Формулирование обобщенного показателя концептуальной оценки разведывательного обеспечения ударных действий авиации. Согласно [4], РУД ведутся БС на основе внешней информации (от отдельных СР) о цели. Как правило, системы СР и СУ включаются в контур РУД только теми элементами, которые способствуют реализации эффективного удара в реальном масштабе времени. Следовательно, к одной из важных задач при организации РУД, можно отнести повышение эффективности боевого применения авиации и сокращение временных параметров цикла выполнения ударной задачи – от момента обнаружения цели средствами разведки до момента ее поражения (рисунок 1). Сложность решения этих задач повышается при поражении маневрирующих целей, для большинства которых условия обнаружения, параметры и информационные признаки носят экстремальный характер [5].

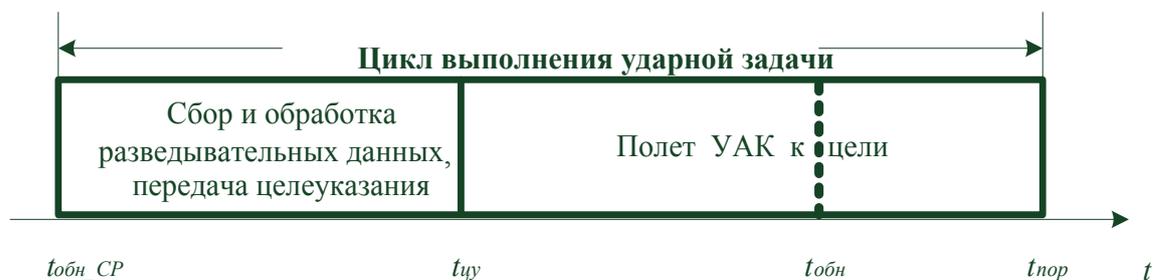


Рисунок 1 – Цикл выполнения ударной задачи и его временные параметры

Рассмотрим основные особенности применения авиации при поражении наземных целей.

Ударные авиационные комплексы (УАК), как основное средство борьбы с мобильными целями, способны поразить цель после ее обнаружения в момент времени $t_{обн}$ визуальными или с помощью бортовых средств. От положения метки $t_{обн}$ на временной оси зависит величина информационно-боевого показателя возможного исхода авиационного удара P_a – вероятности того, что цель будет обнаружена и атакована с первого захода [6]. Рассмотренный в [6] научно-методический аппарат для расчета P_a позволяет увязать характеристики информационного поля, формируемого средствами разведки и управления, пилотажно-навигационными комплексами и наземными радиотехническими системами, с боевой эффективностью УАК в различных условиях (метеорологических, геофизических) применения.



Установлено, что время $t_{обн}$ относительно момента получения летчиком целеуказания зависит от ряда факторов [6]:

- оптических и геометрических характеристик цели;
- геофизических свойств местности;
- метеорологических условий наблюдения;
- скорости и высоты полета УАК;
- величины ошибок бокового отклонения УАК от линии боевого пути

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma_{нав}^2 + \sigma_{ц}^2}, \quad (1)$$

где $\sigma_{нав}$ – ошибки самолетовождения (навигации); $\sigma_{ц}$ – ошибки определения параметров состояния цели.

Для маневрирующей цели условия ее поиска и обнаружения для летчика ухудшаются вследствие изменения во времени углового поля зрения бортовых информационных средств, зоны поиска, угловых размеров цели и ее контраста, что приводит к ситуациям, когда $t_{обн}$ маневрирующей цели существенно превышает $t_{обн}$ той же цели, но находящейся в неподвижном состоянии. Следует также учитывать, что для СР информационные признаки маневрирующей цели могут ослабевать (в том числе с учетом затенения и экранирования, например рельефом местности). В результате возможно увеличение периода обновления разведывательной информации $T_{ц}$ в контуре РУД. К тому же результату приводит задержка передачи информации в каналах воздушной радиосвязи, являющейся основным средством боевого управления авиацией. Указанные временные факторы оказывают опосредованное влияние на эффективность авиационного поиска, снижая достоверность данных целеуказания вследствие их «старения» [7]. Степень влияния зависит от полноты информации о параметрах движения цели (направление движения, скорость, ускорение и т.д.), определяемых техническими и тактическими соображениями. Величина задержки носит случайный характер и в самом общем случае определяется: существующими стандартами передачи информационных сообщений; интенсивностью трафика в каналах связи и их пропускной способностью; помеховой обстановкой в районе ведения РУД [8].

Согласно рисунку 1, время поражения цели $t_{пор}$ относительно момента ее обнаружения СР $t_{обн_СР}$ определяется временем получения предварительного целеуказания $t_{цц}$ и временем полета УАК к цели (в случае применения обычных авиационных средств поражения временем их полета к цели можно пренебречь). Время $t_{цц}$ зависит от характеристик СР и СУ, включенных в контур РУД, в том числе зависит от длительности цикла сбора и обработки разведывательных данных, передачи целеуказания (рисунок 1).

С учетом выявленных особенностей РУД авиацией на рассматриваемом этапе боевого вылета ограничимся пониманием следующих аспектов проблемы концептуальной оценки РО.

Во-первых, на эффективность и длительность цикла выполнения ударной задачи оказывает влияние целый ряд факторов, слабо связанных между собой, по большей части неопределенных, имеющих различную природу и разнообразные методики учета. В тоже время, учет влияющих факторов необходим для формирования такой информации, которая позволит устранить неопределенность знаний у летчика о текущем состоянии маневрирующей цели и, соответственно, обеспечить достижение максимально возможного (в конкретных условиях наблюдения) информационно-боевого показателя P_a . Следовательно, критерий концептуальной оценки РО должен отражать степень удовлетворения, соответствующих данному виду ИО, информационных потребностей летчика при выполнении ударной задачи в реальных условиях боевого применения авиации.

Во-вторых, любая деятельность, как известно, может быть адекватно оценена полученными ею результатами. Тогда, используя общие понятия и определения качества [9], и



принимая во внимание очевидный факт того, что результатом РО является появление у субъектов и объектов управления в контуре РУД разведывательной информации, можно оперировать понятием «качество РО» обладая определенным набором свойств информации, а также технологиями измерения этих свойств.

В-третьих, критерий концептуальной оценки РО отчасти носит субъективный характер, поскольку существует возможность непосредственного восприятия и оперирования летчиком свойствами и характеристиками предоставляемой информационной услуги. На практике это подразумевает использование субъективного способа определения и оценки уровня ИО, т.е. непосредственно потребителем информации и без применения соответствующих технических средств измерений или вычислительных методов. Отсюда, в соответствие с предложенной постановкой задачи, вытекают следующие условия и границы ее решения:

концептуальную оценку РО осуществлять путем соотнесения результатов измерения параметров разведывательной информации с информационными потребностями летчика при учете его представления о РО;

объектом РО считать летчика одиночного УАК (ведущего группы).

Показатели концептуальной оценки разведывательного обеспечения. Рассмотренные выше особенности действий авиации в цикле выполнения ударной задачи (рисунок 1) на первый план ставят не столько получение данных по общей оперативно-тактической обстановке, сколько формирование данных для непосредственного целеуказания, точность, своевременность и полнота которых обеспечивали бы нанесение эффективных ударов с применением обычного и высокоточного оружия. В результате был выбран прагматический подход к концептуальной оценке РО по трем показателям предоставляемой летчику информации – точность, своевременность и полнота.

Согласно общепринятой терминологии «точность информации» – показатель, характеризующий степень близости информации об объекте его реальному состоянию. Для субъективного способа измерения данного показателя более предпочтительным является использование термина «точность получения информации» по ГОСТ 22686-85 [10]. В соответствии с определением [10] данный показатель характеризует степень приближения воспринятого летчиком значения параметра целеуказания к его истинному значению. При этом точность получения информации определяется погрешностью измерения и отсчета.

Основным параметром целеуказания являются координаты цели $[X, Y]$, связанные со временем $t_{обн_CP}$ (рисунок 1). Будем различать истинное положение цели, определяемое координатами $[X_{ист}, Y_{ист}]$ на физической карте местности и измеренное положение цели, определяемое значениями $[X_{изм}, Y_{изм}]$ с погрешностями непосредственно измерения $\sigma_{изм}$ и обработки $\sigma_{обр}$. В общем случае степень влияния процессов измерения и обработки на точность получаемой информации осуществляется раздельно. Отображаемое положение цели определяется координатами $[X_{отоб}, Y_{отоб}]$ с дополнительной погрешностью $\sigma_{отоб}$, зависящей от применяемых на борту УАК средств и способов информирования летчика о местоположении цели.

Таким образом, величину $\sigma_{ц}$ в выражении (1) по смыслу можно принять за точность получения летчиком информации о местоположении цели, которая определяется ошибками измерения, обработки и отображения разведывательной информации:

$$\sigma_{ц} = \sqrt{\sigma_{изм}^2 + \sigma_{обр}^2 + \sigma_{отоб}^2}. \quad (2)$$

Как было отмечено ранее, решение задачи выбора конфигурации РУД (при наличии вариантов) направлено на достижение максимальной эффективности авиационного удара. При этом формируемые маршруты целенаправленного движения информации от возможных ее



источников до УАК, а также технологии обработки информации в процессе движения могут иметь ярко выраженные особенности. Представим лишь некоторые из них.

Во-первых, обработка исходных данных о цели может осуществляться непосредственно в системе СР (например, в системе Джистарс [11]) одновременно с выработкой и передачей команд целераспределения, целеуказания и наведения УАК.

Во-вторых, при поиске и обнаружении движущейся цели летчику дополнительно требуется информация о направлении и модуле вектора скорости цели. Точность измерения указанных параметров определяется в основном ошибками обработки результатов наблюдения за состоянием цели во времени, что подразумевает непрерывное (дискретное) обновление разведывательных данных.

В-третьих, современные угломерные и дальномерные приборы позволяют определять азимут цели с ошибкой в 1° и дальность с погрешностью 3-5 м. Однако, например, при последующем нанесении авианаводчиком местоположения цели на планшет масштаба 1:25000 ошибки в определении координат возрастают до 70-80 м.

С учетом указанных обстоятельств, для оценки точности получения информации, целесообразно рассматривать ошибки измерения и обработки по каждому i -му параметру состояния цели (координаты, скорость движения, курс и т.д.) на момент времени $t_{цy}$ совокупными ошибками σ_i^{Σ} , в случаях, когда это не носит принципиальный характер либо $t_{цy} \approx t_{обн_СР}$.

Далее отметим, что целеуказание может быть реализовано только при наличии радиосвязи между наземным (воздушным) пунктом управления авиации (ПУА) и экипажем УАК. При этом возможны два варианта:

1) УАК оснащены бортовым радиоэлектронным оборудованием, позволяющим получать в автоматизированном режиме внешние команды целеуказания и наведения по каналам телекодовой связи и сообщать данные о своем местоположении;

2) целеуказание и наведение возможны только по каналу речевой связи.

В зависимости от используемого варианта применяются соответствующие средства и способы отображения информации о состоянии цели.

В первом варианте одним из средств отображения информации являются бортовые индикаторы класса МФЦИ (многофункциональные цветные индикаторы), выполненные на базе плоских жидкокристаллических (ЖК) панелей. Способ отображения числовых значений навигационных параметров и параметров обстановки с помощью МФЦИ наиболее нагляден для экипажа в совмещенном режиме, когда одновременно отображаются и карта местности, и указанные параметры (мнемонический способ). Точность позиционирования объектов на карте местности определяется размерами сторон ЖК-матрицы, числом пикселей экрана по вертикали и по горизонтали и выбранного масштаба отображения. Согласно результатам исследования, представленных в [12], например, для МФИ-35 в масштабах 1:0,25 км, 1:2 км, 1:5 км цена деления одного пикселя ЖК-панели составит 5,4 м, 43,5 м и 108,9 м соответственно. Считается, что мнемонический способ менее точен в сравнении со способом непосредственного считывания с МФИ числовых значений параметров, и используется сегодня для геоинформационной поддержки и повышения ситуационной осведомленности летчика об обстановке в зоне боевых действий. Непосредственный способ индикации прост в использовании, однако требует от летчика определенных затрат времени на выполнение дополнительных операций позиционирования цели на карте местности.

Во втором варианте для открытой передачи информации о цели прямоугольные координаты преобразуются в кодовые числа по установленной системе кодирования координат (выдача летчику кода района, кода квадрата на карте, номера «улитки», мысленно квадрат делится на девять частей, летчику называется номер малого квадрата). При этом среднеквадратическое отклонение отсчета координатной информации летчиком может составлять 250–500 м.



Следует подчеркнуть, что в соответствии с рассматриваемым подходом точность получения летчиком информации о цели определяется характеристиками средств разведки, обработки и отображения информации на борту УАК и не зависит от длительности цикла информационного процесса (сбора, обработки разведывательных данных и передачи целеуказания).

Следующий важный показатель (согласно используемой в работе терминологии) – это своевременность получения информации J_c . Данный показатель характеризует время, в течение которого информация о цели имеет ценность для выполнения ударной задачи. В общем случае можно считать, что

$$J_c = 1 \text{ при } t_{\phi} \leq t_{\text{дон}} \text{ и } J_c = 0 \text{ при } t_{\phi} \geq t_{\text{дон}}, \quad (3)$$

где t_{ϕ} и $t_{\text{дон}}$ – фактическое и допустимое время протекания информационного процесса соответственно (время актуальности).

Представим для пояснения зарубежные требования к своевременности доведения данных целеуказания по малоподвижным и стационарным объектам от средств радиолокационной и радиотехнической артиллерийской разведки. Для корпуса и бригады $t_{\text{дон}}$ составляет шесть и пять минут соответственно. Требуемый уровень вероятности (0,8-1) успешного применения высокоточного оружия по типовым объектам обеспечивается при следующих значениях $t_{\text{дон}}$: не более четырех-пяти минут – по полевой артиллерии, включая РСЗО, не более 13–14 минут – по бронетанковой технике, не более 23 минут – по ЗРК [13]. Очевидно, что для движущейся цели время актуальности будет определяться маневренными характеристиками цели и может составлять десятки и даже единицы секунд.

Известно, что ценность информации определяется относительно решаемой задачи и считается изменяющейся во времени. Действительно, если генерация разведывательной информации средством разведки произошла в момент времени $t_{\text{обн_CP}}$, то в момент времени $t = t_{\text{обн_CP}} + \tau_3$, где τ_3 – время задержки получения информации, ценность ее уменьшилась из-за старения информации. При этом старение информации не связано с самой информацией, а с появлением через время τ_3 новой информации о маневрирующей цели. По истечении времени $\tau_3 > t_{\text{дон}}$ использовать информацию о цели уже поздно, ценность становится нулевой, т.е. обработкой и использованием информации потерь в боевой эффективности УАК уже не предотвратить.

Рассмотрим модель, позволяющую количественно оценить старение информации о координатах цели.

Пусть измеренные в момент $t_{\text{обн_CP}}$ координаты $[X_{\text{изм}}, Y_{\text{изм}}]$ маневрирующей цели представлены в виде чисел $X_{\text{изм}} = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$ и $Y_{\text{изм}} = \langle y_1, y_2, \dots, y_n \rangle$. Здесь x_i и y_i – разряды чисел $X_{\text{изм}}$ и $Y_{\text{изм}}$ соответственно, n – количество разрядов (типовые значения параметров чисел при автоматизированном формировании сообщения о координатах цели: $n = 16$, цена младшего разряда равна 6,25 м).

Момент измерения отделяет от момента получения время τ_3 . За это время измеряемые параметры примут значения отличные, в общем случае, от $X_{\text{изм}}$ и $Y_{\text{изм}}$ и неизвестные летчику. То, насколько пригодными для летчика через время τ_3 окажутся числа $X_{\text{изм}}$ и $Y_{\text{изм}}$, зависит как от характера движения цели, так и от априорных знаний (технического и тактического характера) и возможностей у летчика получать будущие значения координат местоположения цели. Информация о цели, движущейся прямолинейно с постоянной скоростью (курс и скорость известны), при использовании экстраполяции, не устарела. В ином случае (курс и скорость не известны) безошибочная экстраполяция процесса движения цели становится в принципе невозможной. Предсказанное значение $[\hat{X}(t + \tau_3), \hat{Y}(t + \tau_3)]$ складывается из истинного значения $[X_{\text{ист}}(t + \tau_3), Y_{\text{ист}}(t + \tau_3)]$ и ошибок измерения, обработки, отображения и



экстраполяции. При этом мощность ошибки экстраполяции растет с течением времени τ_3 . Предсказанные координаты цели будут все больше отличаться от истинных значений, достоверность информации о местоположении цели будет уменьшаться, она будет стареть.

Таким образом, в описываемой модели эффект старения информации о цели, движущейся по неизвестной для летчика траектории, связан с невозможностью точно восстановить ее местоположение на местности по истечении времени τ_3 , причем ошибка зависит от времени. На физическом уровне старение информации будет проявляться в том, что с увеличением τ_3 вероятность совпадения соответствующих разрядов, начиная с младших, для пар чисел $[\hat{X}, \hat{Y}]$ и $[X_{изм}, Y_{изм}]$ будет уменьшаться, стремясь к очень малым значениям.

Итак, любая задержка сообщений о состоянии маневрирующей цели приводит к необратимым информационным потерям и при достаточно больших задержках передача целеуказания вообще теряет смысл. Это обстоятельство позволяет утверждать, что своевременность получения информации определенным законом связана с ущербом, который несет летчик в ходе выполнения ударной задачи. По смыслу ущерб характеризует количественное снижение вероятности P_a вследствие задержки получения летчиком разведывательной информации и может быть выражен как в абсолютных, так и относительных единицах, например:

$$e(\tau_3) = \frac{P_{a, макс} - P_a(\tau_3)}{P_{a, макс}}, \quad (4)$$

где $P_{a, макс}$ и $P_a(\tau_3)$ – соответственно максимальное (в текущих условиях наблюдения) значение вероятности обнаружения цели летчиком и ее атаки и значение показателя при получении разведывательной информации через время τ_3 .

На основе приведенных рассуждений показатель J_c можно представить временным интегральным законом вида:

$$J_c(t) = \begin{cases} 1, & \tau_3 = 0; \\ 1 - e(\tau_3), & \text{при } 0 < \tau_3 \leq t_{дон}; \\ 0, & \tau_3 > t_{дон}. \end{cases} \quad (5)$$

Особенностью показателя (5) является инвариантность к условиям обнаружения цели, т.е. способность отражать только временные аспекты изменения уровня РО. Один из подходов к определению ущерба $e(\tau_3)$ подробно рассмотрен в [8].

Дальнейшие рассуждения построим, основываясь на положениях теории информации и в начальном предположении о том, что летчику не известна в момент t информация $I_j, j=1 \dots m$, по одному из параметров состояния цели (например, скорости движения цели). Летчик в этом случае будет действовать в условиях неопределенности, оцениваемой на момент времени $t + \tau_3$ энтропией H и иметь потери $e(H)$.

Если же летчик будет иметь возможность получать и использовать информацию I_j , то это приведет к новой, меньшей неопределенности $(H - I_j)$ и новым потерям $e(H - I_j) = \Delta e$. Величина Δe , согласно [14], есть мера ценности информации I_j . Потери $e(H)$ обусловлены неполнотой информации и, как нетрудно заметить, по результатам влияния на боевую эффективность УАК тождественны ущербу $e(\tau_3)$ (4).

Итак, мы подошли к рассмотрению содержания следующего показателя – «полнота информации».



В общем случае полнота информации – показатель, характеризующий меру достаточности оцениваемой информации для решения конкретных предметных задач. Это в значительной степени неопределенный и субъективный показатель.

Действия летчика (поиск, обнаружение и поражение маневрирующей наземной цели) характеризуются высокой степенью неопределенности и являются ситуативными. Поэтому эти действия требуют структурно разнородной информации о цели в требуемом количестве. В рассматриваемой задаче количество подразумевает количество m параметров состояния цели. Типовой набор параметров, передаваемых на УАК в автоматизированном режиме, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры состояния цели, передаваемые в целеуказании

№ параметра	Наименование параметра состояния цели отражаемого в целеуказании	Признак наличия информации о параметре	Признак допустимости передачи параметра	Коэффициент важности (k_j) j -го параметра
1	Тип объекта авиационного удара	a_{11}	a_{12}	k_1
2	Координаты	a_{21}	a_{22}	k_2
3	Скорость	a_{31}	a_{32}	k_3
4	Курс	a_{41}	a_{42}	k_4
5	Линейные размеры цели	a_{51}	a_{52}	k_5
6	Коэффициент закрытия	a_{61}	a_{62}	k_6
7	Контраст	a_{71}	a_{72}	k_7

Методика оценки полноты информации может быть следующей.

Из данных таблицы 1 составляется двухмерная матрица, по строкам которой приведен перечень параметров состояния цели, а по первому и второму столбцам соответственно – признаки наличия информации о параметре и допустимости его передачи в целеуказании. Элементу a_{j1} в первом столбце матрицы присваивается «1» при условии, что по j -му параметру может быть получена информация, и «0» в противном случае. Элемент $a_{j2} = 1$ при наличии информации по j -му параметру ($a_{j1} = 1$) и время ее актуальности превышает время $t_{цв}$ (или длительность периода $T_{ц}$). В противном случае a_{j2} считается равным нулю, что означает недопустимость отражения данного параметра в целеуказании. Очевидно, что при нулевом значении элемента a_{22} передача целеуказания вообще не будет иметь смысла.

Тогда с учетом важности информации по каждому из параметров в качестве меры полноты можно принять величину J_n :

$$J_n = \frac{m \sum_{j=1}^m a_{j1} k_j + \sum_{j=1}^m k_j \cdot \sum_{j=1}^m a_{j2}}{2m \sum_{j=1}^m k_j} \quad (6)$$

Целочисленные значения коэффициентов k_j (например, в пределах от 1 до 5) определяются экспертным методом.

Разработка методики оценки времени актуальности информации для измеримых параметров состояния маневрирующей цели представляет собой самостоятельную научную задачу, и в данной работе не рассматривается.

В заключение рассмотрения показателя полноты информации необходимо отметить следующее.

Ценность информации о параметрах случайного процесса, как было отмечено выше, уменьшается из-за ее старения. Следовательно, даже полная (по мнению экспертов)



информация об объекте удара и условиях, в которых осуществляется удар, не позволяет при наличии задержки τ , полностью исключить потери $e(H)$. Задержка информации это непреодолимый фактор, дестабилизирующее влияние которого на процесс управления УАК можно лишь в некоторой степени уменьшить за счет эффективной экстраполяции [15].

Таким образом, все выбранные показатели, даже при поверхностном анализе, не имеют однозначных значений и во многом зависят от условий боевого применения авиации. Указанное обстоятельство обусловлено рассмотренными характеристиками разведывательной информации, и как было отмечено выше, требует использования субъективных способов концептуальной оценки РО. Тогда, проблему преобразования многопараметрической задачи такой оценки РО в однопараметрическую можно решить одним из способов, дающим субъективную оценку [16]. Наиболее адекватную оценку для условий решаемой задачи можно получить, по мнению авторов, при использовании метода Харрингтона [17]. Сущность метода заключается в переводе выбранных показателей в качественные, приданием каждому уровню оценку в интервале от нуля до единицы и нахождением среднего геометрического значения по совокупности показателей.

Для практического использования результатов анализа уровня РО при планировании РУД целесообразно иметь в базе данных комплексов средств автоматизации ПУА образы сценариев одиночного (группового) удара по наземной цели при различных исходных данных, характеризующих условия ведения ударных действий, и соответствующие этим условиям установленные требования к уровню РО. Объединение определенным образом предложенного критерия уровня РО с множеством других характеристик информационного пространства, формируемого в контуре РУД, даст конечную оценку организации ИО РУД авиации в целом.

Выводы. Осуществляемая в настоящее время поэтапная реализация «сетевых» концепций боевых действий авиации в виде временных РУК требует разработки особых технологий организации ИО органов управления авиацией, летных экипажей и взаимодействующих органов для выполнения целевых задач ударных действий авиации.

В работе дано теоретическое обоснование подхода к оценке РО ударных действий авиации, как одного из элементов информационного пространства, в котором принимаются решения и вырабатываются управляющие воздействия. В процессе разработки представляемого подхода определен набор показателей концептуальной оценки РО, учитывающих мобильность объектов удара и обеспечивающих взаимосвязь целей РО с информационными потребителями летчика на заключительном этапе выполнения боевой задачи. В качестве критерия, на основании которого будет формироваться оценка уровня РО, предложена величина информационно-боевого показателя возможного исхода авиационного удара. Вопросы разработки обобщенного показателя концептуальной оценки РО планируется рассмотреть в следующей публикации.

Практическая реализация результатов исследования позволит обоснованно проводить заблаговременное планирование, изменять конфигурацию контура РУД, доводить тактическую информацию и команды управления до БС в зависимости от реально складывающейся обстановки в интересах эффективного применения авиации ВС РФ.

Авторы не претендуют на глубину анализа уровня РО, а также на полноту и точность описания выбранных показателей. Важно было поставить некоторые вопросы из рассматриваемой предметной области и показать, что все они сводятся к одной и той же общей проблеме: как ввести в теорию понятие – разведывательное обеспечение ударных действий авиации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выпасняк В.И. О реализации сетевых принципов управления силами и средствами вооруженной борьбы в операциях (боевых действиях) // Военная мысль, 2009. № 12. С. 23–30.



2. Осипов В.Ю., Куприянов А.А. Принципы сетецентрического подхода и их применимость при решении задач управления силами (войсками) // Автоматизация процессов управления. 2009. № 2 (14). С. 62–70.
3. Власов В.И., Расцепкин И.А., Степанов С.В. Способы совершенствования системы управления группировки войск (сил) на операционном направлении // Известия ТулГУ. Технические науки. 2017. Вып. 9. Ч. 1. С. 506–510.
4. Зубов Н.П. Особенности применения и пути совершенствования разведывательно-ударных действий авиации в современных вооруженных конфликтах // Вестник Академии военных наук. 2016. № 1 (54). С. 23–127.
5. Ильин Е.М., Савостьянов В.Ю., Самарин О.Ф., Черевко А.Г. Состояние и перспективы создания многодиапазонных малогабаритных радиолокационных систем // Вестник СибГУТИ, 2015. № 2 (30). С. 156–163.
6. Васильев В.А., Федюнин П.А., Стафеев М.А., Васильев А.В. Научно-методический аппарат для оценки возможностей системы управления авиацией по информационному обеспечению процессов целеуказания и наведения // Теория и техника радиосвязи, 2018. № 4. С. 5–13.
7. Васильев В.А., Федюнин П.А., Данилин М.А., Васильев А.В. Оценка эффективности системы передачи сигналов управления в каналах связи с задержкой // Материалы XIX Международной научно-методической конференции. Воронеж: Изд. «Научно-исследовательские публикации», 2019. С. 249–253.
8. Васильев В.А., Федюнин П.А., Данилин М.А., Васильев А.В. Проблемные вопросы организации информационного обеспечения управления ударными авиационными комплексами // Труды МАИ. 2019. Вып. № 105. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://trudymai.ru> (дата обращения 10.01.2020).
9. ГОСТ Р ИСО 9000–2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Стандартинформ, 2019.
10. ГОСТ 22686–85 Средства отображения информации экипажу самолета и вертолета. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1985.
11. Нейвинский В. Американская объединенная радиолокационная разведывательно-ударная система Джистарс // Зарубежное военное обозрение, 2009. № 3. С. 56–58.
12. Костишин М.О., Жаринов И.О., Жаринов О.О. и др. Оценка точности визуализации местоположения объекта в геонформационных системах и системах индикации навигационных комплексов пилотируемых летательных аппаратов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2014. № 1 (89). С. 87–93.
13. Горчица Г.И. Реализация сетецентрической доктрины на основе разведывательно-ударных действий // Военно-промышленный курьер, 2012. № 36 (453). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vpk-news.ru> (дата обращения 10.02.2020).
14. Стратонович Р.Л. Теория информации. М.: Наука, 1975. 424 с.
15. Ефимов А.Н. Информация: Ценность, старение, рассеяние. М.: Изд-во «Знание», 1978. 63 с.
16. Ключникова Е.В., Шитова Е.М. Методические подходы к расчету интегрального показателя, методы ранжирования // Электронный научно-практический журнал «ИнноЦентр». 2016. Вып. № 1 (10). С. 4–17.
17. Пичкалев А.В. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств // Исследования наукограда. 2012. № 1. С. 25–28.

REFERENCES

1. Vypasnyak V.I. O realizacii setecentricheskih principov upravleniya silami i sredstvami vooruzhennoj bor'by v operacijah (boevyh dejstviyah) // Voennaya mysl', 2009. № 12. pp. 23–30.



2. Osipov V.Yu., Kupriyanov A.A. Principy setecentricheskogo podhoda i ih primenimost' pri reshenii zadach upravleniya silami (vojskami) // Avtomatizaciya processov upravleniya. 2009. № 2 (14). pp. 62–70.
3. Vlasov V.I., Rasshepkin I.A., Stepanov S.V. Sposoby sovershenstvovaniya sistemy upravleniya gruppirovki vojsk (sil) na operacionnom napravlenii // Izvestiya TulGU. Tehnicheskie nauki. 2017. Vyp. 9. Ch. 1. pp. 506–510.
4. Zubov N.P. Osobennosti primeneniya i puti sovershenstvovaniya razvedyvatel'no-udarnyh dejstvij aviatsii v sovremennyh vooruzhennyh konfliktah // Vestnik Akademii voennyh nauk. 2016. № 1 (54). pp. 23–127.
5. Il'in E.M., Savost'yanov V.Yu., Samarina O.F., Cherevko A.G. Sostoyanie i perspektivy sozdaniya mnogodiapazonnyh malogabaritnyh radiolokacionnyh sistem // Vestnik SibGUTI, 2015. № 2 (30). pp. 156–163.
6. Vasil'ev V.A., Fedyunin P.A., Stafeev M.A., Vasil'ev A.V. Nauchno-metodicheskij apparat dlya ocenki vozmozhnostej sistemy upravleniya aviatsiej po informacionnomu obespecheniyu processov celeukazaniya i navedeniya // Teoriya i tehnika radiosvyazi, 2018. № 4. pp. 5–13.
7. Vasil'ev V.A., Fedyunin P.A., Danilin M.A., Vasil'ev A.V. Ocenka `effektivnosti sistemy peredachi signalov upravleniya v kanalah svyazi s zaderzhkoj // Materialy XIX Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii. Voronezh: Izd. «Nauchno-issledovatel'skie publikacii», 2019. pp. 249–253.
8. Vasil'ev V.A., Fedyunin P.A., Danilin M.A., Vasil'ev A.V. Problemnye voprosy organizacii informacionnogo obespecheniya upravleniya udarnymi aviacionnymi kompleksami // Trudy MAI. 2019. Vyp. № 105. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <<http://trudymai.ru>> (data obrascheniya 10.01.2020).
9. GOST R ISO 9000-2015 Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnye polozheniya i slovar'. M.: Standartinform, 2019.
10. GOST 22686-85 Sredstva otobrazheniya informacii `ekipazhu samoleta i vertolet. Terminy i opredeleniya. M.: Izdatel'stvo standartov, 1985.
11. Nejvinskij V. Amerikanskaya ob`edinennaya radiolokacionnaya razvedyvatel'no-udarnaya sistema Dzhistars // Zarubezhnoe voennoe obozrenie, 2009. № 3. pp. 56–58.
12. Kostishin M.O., Zharinov I.O., Zharinov O.O. i dr. Ocenka tochnosti vizualizacii mestopolozheniya ob`ekta v geoinformacionnyh sistemah i sistemah indikacii navigacionnyh kompleksov pilotiruemyh letatel'nyh apparatov // Nauchno-tehnicheskij vestnik informacionnyh tehnologij, mehaniki i optiki. 2014. № 1 (89). pp. 87–93.
13. Gorchica G.I. Realizaciya setecentricheskoy doktriny na osnove razvedyvatel'no-udarnyh dejstvij // Voенно-promyshlennyj kur'er, 2012. № 36 (453). [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://vpk-news.ru> (data obrascheniya 10.02.2020).
14. Stratonovich R.L. Teoriya informacii. M.: Nauka, 1975. 424 p.
15. Efimov A.N. Informaciya: Cennost', starenie, rasseyanie. M.: Izd-vo «Znanie», 1978. 63 p.
16. Klyushnikova E.V., Shitova E.M. Metodicheskie podhody k raschetu integral'nogo pokazatelya, metody ranzhirovaniya // `Elektronnyj nauchno-prakticheskij zhurnal «InnoCentr». 2016. Vyp. № 1 (10). pp. 4–17.
17. Pichkalev A.V. Obobschennaya funkciya zhelatel'nosti Harringtona dlya sravnitel'nogo analiza tehniceskikh sredstv // Issledovaniya naukoграда. 2012. № 1. pp. 25–28.

© Васильев В.А., Федюнин П.А., Манин В.А., Васильев А.В., 2020

Васильев Валерий Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления воинскими частями связи и радиотехнического обеспечения авиации, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, vashome60@mail.ru.



Федюнин Павел Александрович, доктор технических наук, профессор, начальник кафедры управления воинскими частями связи и радиотехнического обеспечения авиации, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, fpal@yandex.ru.

Манин Василий Александрович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, fanni.05@mail.ru.

Васильев Антон Валерьевич, младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный научный метрологический центр» Министерства обороны Российской Федерации (г. Мытищи), Россия, 141006, Московская обл. г. Мытищи, ул. Комарова, 13, voroneja@mail.ru.