



УДК 355.01
ГРНТИ 78.19.13

ОЦЕНКА УРОВНЯ 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)
М.П. БЕЛЯЕВ, кандидат технических наук
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)*

В статье рассматриваются вопросы управления авиацией в контуре разведывательно-ударных действий. В целях эффективного применения авиации авторами разработана модель оценки уровня разведывательного обеспечения ударных действий авиации на основе количественной оценки показателей точности, своевременности и полноты предоставляемой летчику информации о цели с учетом ее мобильности. Даны рекомендации по практической реализации результатов исследований.

Ключевые слова: разведывательно-ударный контур, разведывательно-ударные действия, точность информации, своевременность информации, полнота информации.

AIR STRIKE OPERATIONS INTELLIGENCE SUPPORT LEVEL ASSESSMENT

*V.A. VASILEV, Candidate of Technical sciences, Associate Professor
MESCAF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
P.A. FEDYUNIN, Doctor of Technical sciences, Professor
MESCAF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
M.P. BELYAEV, Candidate of Technical sciences
MESCAF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
V.A. MANIN, Candidate of Technical sciences
MESCAF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

The article deals with the issues of aviation management in the contour of reconnaissance and strike actions. In order to effectively use aviation, the authors developed a model for assessing the level of intelligence support for air strike actions based on a quantitative assessment of the accuracy, timeliness and completeness of information provided to the pilot about the target, taking into account its mobility. Recommendations for practical implementation of research results are given.

Keywords: reconnaissance-strike contour, reconnaissance-strike actions, information accuracy, information timeliness, information completeness.

Введение. Реализация концепций комплексного развития систем вооружения, в сочетании с внедрением новых информационных технологий, коренным образом преобразует характер и содержание вооруженной борьбы. В первую очередь, отмечается ее глобальность, обусловленная значительным увеличением дальности применения средств поражения. В то же время, цели вооруженного противоборства могут быть достигнуты и на локальном уровне, путем оперативного избирательного воздействия на критически важные объекты противника. Для авиации ВКС это означает применение нестандартных приемов и способов поражения объектов противника, основанных на использовании разведывательно-ударных и



разведывательно-информационных действий [1]. Это, и ряд других обстоятельств, предопределили необходимость проведения работ по созданию межвидовой автоматизированной разведывательно-ударной системы, объединяющей средства разведки (СР), наблюдения, рекогносцировки и целеуказания (ISRT), системы командования и управления (С2) и дистанционные высокоточные боевые системы (БС). Их результатом должно стать сокращение в 2–2,5 раза временных параметров цикла выполнения ударной задачи – от обнаружения до поражения цели. При этом ожидается повышение в 1,5–2 раза точности поражения, расширение возможностей по наведению высокоточного оружия.

Актуальность. Как показал опыт Сирийской специальной операции, многофункциональные информационно-управляющие системы C2ISR увеличили практическую ценность стоящей на вооружении военной техники и обычных боеприпасов и, по мнению специалистов, приблизили их эффективность к ударам высокоточным оружием. Отсюда стремление командования на основе нынешнего потенциала (в первую очередь средств разведки, связи и телекоммуникаций) вести современную войну с использованием мобильных и самодостаточных разведывательно-ударных комплексов (РУК), реализующих концепцию разведывательно-ударных действий (РУД) [2]. Под РУД авиации понимаются согласованные и взаимосвязанные по целям, задачам, месту и времени одновременные и последовательные специальные боевые полеты на воздушную разведку, как правило, мобильных объектов противника и высокоточных авиационных ударов по ним подразделениями (экипажами), проводимых по единому замыслу и плану в заданном районе (полосе) [1]. В этой связи на передний план выходит сложная научно-техническая проблема из области управления – обеспечение скоординированной в пространстве и синхронизированной во времени работы основных элементов контура РУД (СР и БС) при поражении наземных, в большей степени мобильных объектов.

Известные подходы к комплексированию элементов РУД ориентированы на технический аспект. Актуальность приобретают вопросы обеспечения органов управления авиацией, летных экипажей и взаимодействующих органов точной, своевременной и полной разведывательной информацией, необходимой для выполнения авиацией ударных задач.

Публикация продолжает тему, затронутую в журнале «Воздушно-космические силы. Теория и практика» № 14 (2020) [3].

Выбор и обоснование вида обобщенного показателя оценки уровня разведывательного обеспечения ударных действий авиации. В работе [3] разведывательное обеспечение (РО) ударных действий авиации предложено характеризовать совокупностью частных показателей: точностью (γ_1), своевременностью (γ_2) и полнотой (γ_3) получаемой летчиком информации о параметрах текущего состояния объекта удара. Очевидно, что сами по себе частные показатели не могут дать обобщенного оценочного представления о потенциале комплексной взаимоувязанной системы информационных ресурсов разведки и управления в формируемом временном РУК. Поэтому требуется разработка специального математического инструментария для получения обобщенной оценки (D) – уровня РО ударных действий авиации.

Рассмотрим возможный подход к формированию показателя D , определив для него основные требования:

- 1) учет информационных потребностей летчика;
- 2) отражение субъективных представлений у летчика и лиц, принимающих решение (ЛПР) на пунктах управления авиацией о соответствии D определенному уровню;
- 3) простота оперативного расчета и анализа D ;
- 4) стабильность результатов оценки D .

Преобразование многопараметрической задачи оценки параметров объекта (процесса) в однопараметрическую, как правило, сводится к расчету одной из средневзвешенных оценок: арифметической, геометрической, гармонической, квадратической и др. [4]. Однако, этот



распространенный математический аппарат, как показывают результаты исследований, характеризуется целым комплексом условий и ограничений, что делает его применение при решении рассматриваемой задачи не целесообразным.

Во-первых, выполнение второго требования к обобщенному показателю может быть реализовано ограниченно в виде учета мнений летчика и ЛПР о весомости частных показателей. При этом, в ходе опроса летчиков оперативно-тактической авиации, явного различия в предпочтениях в важности показателей выявлено не было.

Во-вторых, по физическому смыслу свертка должна приравнивать обобщенную оценку нулю, если какой-либо из частных показателей равен нулю. Отсюда вывод о невозможности использования арифметической оценки.

В-третьих, свободные от вышеуказанного недостатка другие свертки целесообразно использовать лишь в случаях, когда значения частных показателей концентрируются в окрестности их среднего значения. Нарушение данного условия приводит к снижению стабильности представления обобщенной оценки.

Исследования показали, что при некотором усложнении поставленная задача успешно решается с использованием обобщенной функции желательности Харрингтона [5]. В основе построения обобщенной функции лежит идея преобразования измеренных значений частных показателей (возможно в различных единицах измерения) в безразмерную шкалу желательности (предпочтительности). Назначение шкалы желательности – установление соответствия между измеренными значениями частных показателей, характеризующих объект (процесс), и субъективными оценками желательности значения того или иного параметра.

Значение функции по каждому i -му показателю обозначается через d_i (здесь $i = 1, 2, 3$) и называется частной желательностью. Шкала желательности имеет интервал от нуля до единицы. Значение $d_i = 0$ соответствует неприемлемому уровню данного свойства, а значение $d_i = 1$ самому желательному. Значение $d_i = 0,37$ обычно принимается за границу допустимых значений. Для рассматриваемой задачи это может быть критерий для принятия решения, например, на реконфигурацию РУК. В таблице 1 представлены числа, определяющие границы интервалов выбранной шкалы желательности значений частных показателей и уровня РО в целом.

Таблица 1 – Выбранные числовые интервалы шкалы желательности

Лингвистическая оценка	Интервалы значений функции желательности
Высокий	0,80 – 1,00
Средний	0,63 – 0,80
Низкий (допустимый)	0,37 – 0,63
Очень низкий (недопустимый)	0,00 – 0,37

Функция желательности для одностороннего ограничения определяется по формуле [5]:

$$d = \exp[-\exp(-y')], \tag{1}$$

где y' – кодированное значение частного показателя y , т.е. его значение в условном масштабе.

Значение y' можно определить графически (путем построения номограммы) либо аналитически.

Свертка частных функций желательности d_i в обобщенный показатель D (обобщенную функцию желательности) определяется как среднее геометрическое частных желательностей по формуле [5]:

$$D = \sqrt[3]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3}. \tag{2}$$



Обобщенный показатель, сформированный на основе функции Харрингтона, будет удовлетворять всем перечисленным выше требованиям. Так, шкала желательности, относимая в теории к психофизическим шкалам, отражает представления ЛПР и летчика об уровне РО. Введение класса нечетких состояний свойств разведывательной информации позволяет значительно упростить процесс оперативной обработки и анализа, как частных показателей, так и оцениваемого уровня РО. Требование к стабильности оценки D выполняется за счет «сглаживания» возникающих отклонений при вычислении корня третьей степени. Выражение (2) позволяет принять решение о неприемлемом уровне РО, если хотя бы одна частная желательность $d_i = 0$. Ограничение на использование обобщенной функции Харрингтона, заключающееся в принятии «равноценности» свойств информации, не является препятствием для применения данного подхода к решению задачи.

Рассмотрим порядок расчета обобщенного показателя D . На первом этапе для описания РО используются формализованные представления частных показателей, их кодированные значения и односторонние ограничения, отражающие [3]:

- точность получения летчиком координатной информации о цели, которая определяется суммой ошибок измерения ($\sigma_{изм}$), обработки ($\sigma_{обр}$) и отображения ($\sigma_{отоб}$) информации:

$$y_1 = \sigma_y = \sqrt{\sigma_{изм}^2 + \sigma_{обр}^2 + \sigma_{отоб}^2}; \quad (3)$$

$$y_1' = \frac{(\sigma_y^{don} - \sigma_y)}{\sigma_y^{don}}; \quad (4)$$

$$\sigma_y \leq \sigma_y^{don}; \quad (5)$$

- своевременность получения летчиком информации, количественно выраженную нормированной величиной снижения вероятности P_a обнаружения летчиком цели и ее атаки вследствие задержки на время T_y получения летчиком разведывательной информации:

$$y_2 = \frac{P_a^{max} - P_a(T_y)}{P_a^{max}}; \quad (6)$$

$$T_y \leq T_y^{don}; \quad (7)$$

- полноту получаемой информации:

$$y_3 = \frac{m \sum_{j=1}^m a_{j1} k_j + \sum_{j=1}^m k_j \cdot \sum_{j=1}^m a_{j2}}{2m \sum_{j=1}^m k_j}; \quad (8)$$

$$y_3' = \frac{y_3 - y_3^{don}}{y_3^{don}}; \quad (9)$$

$$y_3 \geq y_3^{don}; \quad (10)$$



где σ_{ζ}^{don} , T_{ζ}^{don} , y_3^{don} – допустимые значения частных показателей y_1 , y_2 , y_3 соответственно; T_{ζ} – период обновления информации о цели; P_a^{max} и $P_a(T_{\zeta})$ – соответственно максимально возможное значение вероятности P_a (для $T_{\zeta} = 0$) и значение показателя при получении разведывательной информации с дискретностью времени $T_{\zeta} \neq 0$; m – количество передаваемых в целеуказании параметров состояния цели (скорость, курс и др.); a_{j1} , a_{j2} – вектора признаков наличия информации о параметре и признаков допустимости передачи параметров соответственно, где $j = 1, 2, \dots, m$; k_j – коэффициент важности передаваемого параметра.

На втором этапе рассчитываются числовые значения частных показателей РО и их кодированные значения (таблица 2) с учетом односторонних ограничений (5, 7, 10). Для выбранного способа кодирования улучшение функции желательности происходит при однонаправленном изменении (повышении) показателей.

Таблица 2 – Данные для построения графика функции желательности

Лингвистическая оценка	Частная желательность d	Частные отклики y_j	Точность информации		Своевременность информации		Полнота информации	
			y_1	y_1'	y_2	y_2'	y_3	y_3'
Высокий	1,00	3,00	35	0,83	0,00	1	1	0,79
Средний	0,80	1,50	90	0,55	0,18	0,53	0,87	0,55
Низкий (допустимый)	0,63	0,85	130	0,35	0,38	0,26	0,65	0,16
Очень низкий (недопустимый)	0,37	0,00	200	0	0,58	0	0,56	0

Расчеты для первого частного показателя проводились путем имитационного моделирования одиночного авиационного удара по наземной неподвижной цели [6]. Результаты моделирования позволили установить соответствие между выбранными значениями вероятности P_a и ошибками целеуказания σ_{ζ} ($\sigma_{нав} = 0$) для типовых условий поиска и обнаружения при курсовом (азимутальном) целеуказании и наведении. Критерий выбора значений вероятности P_a (0,98 – высокий; 0,80 – средний; 0,60 – низкий; 0,40 – очень низкий) – снижение неравномерности кодированной шкалы y_1' .

В предлагаемом практическом примере расчета данных для таблицы 2 учтено то обстоятельство, что известные нормируемые показатели по своевременности разведывательной (управляющей) информации определены лишь для условно мобильных наземных целей [3]. Это объясняет причину, по которой чаще всего обобщенные показатели строятся только с учетом статического аспекта. В данном подходе тенденции изменения показателя y_2 (6) во времени отражены в изменении (снижении) величины вероятности P_a выхода УАК на цель.

Анализ показал, что для большей наглядности при оценке данного свойства информации и удобства дальнейших расчетов целесообразно использовать величину T_{ζ} и ее кодированные значения. В таблице 3 представлены соответствующие расчетные данные по показателю y_2 , полученные с использованием выражения [7]:

$$y_2 = 1 - \exp \left\{ \frac{-kV_{cp}^2 T_{\zeta}^2}{3} \right\}, \tag{11}$$

где $k = 2 \cdot 10^{-5}$ – коэффициент, характеризующий динамические элементы (скорость УАК, время разворота и др.) в имитационной модели авиационного удара по наземной неподвижной цели [6]; $V_{cp} = 40$ км/ч – средняя скорость движения цели.

Необходимо отметить, что в процессе подготовки данных по показателю y_3 не удалось найти информации о существовании в инструктивных документах, стандартах и нормах «четких» граничных значений полноты информации. Данное обстоятельство побудило авторов



к поиску решений, позволяющих адаптировать показатель y_3 , характеризующий меру достаточности оцениваемой информации, к условиям решаемой задачи. Так, при выборе значений желательности уровня полноты информации, передаваемые в целеуказании параметры состояния цели, были условно поделены на основные (координаты, скорость, курс) и вспомогательные (линейные размеры, контраст и др.). При этом в интервале значений функции желательности, соответствующему уровню «высокий», летчик обязательно будет владеть актуальной (T_u не превышает времени актуальности передаваемых параметров) информацией об основных параметрах цели, на среднем уровне – о координатах и курсе, на низком – только о координатах.

Таблица 3 – Расчетные данные по своевременности получения информации

Лингвистическая оценка	Расчетные параметры показателя своевременности информации			
	$P_a(T_u)$	y_2	T_u, c	y_2'
Высокий	0,98	0,00	0,00	1
Средний	0,80	0,18	16	0,53
Низкий	0,60	0,38	25	0,26
Очень низкий	0,40	0,58	34	0

Недопустимый уровень полноты информации будет сигнализировать о превышении T_u времени актуальности координатной информации. В процессе составления таблицы 2 принималась оптимистичная экспертная оценка, при которой вспомогательные параметры цели всегда доступны летчику. Вариант значений коэффициентов важности параметров представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Коэффициенты важности параметров целеуказания

№ п/п	Параметр целеуказания	Коэффициент важности
1	Координаты	5
2	Скорость	5
3	Курс	5
4	Тип объекта удара	3
5	Линейные размеры	2
6	Коэффициент закрытия	1
7	Контраст	3

Третьим этапом расчета обобщенного показателя D является построение одностороннего графика (графический способ) функции желательности и осей параллельных y, y' с нанесенными на них значениями желательности из таблицы 2 (рисунок 1).

По значениям, полученным в результате количественной оценки частных показателей, используя графики функции желательности, можно найти для каждого y_i' соответствующее значение d_i , где $i = 1, 2, 3$. Подобным приемом проводится преобразование частных откликов в частные функции желательности.

На заключительном этапе осуществляется свертка частных функций желательности в обобщенный показатель D по формуле (2).

С целью использования в дальнейших исследованиях свойств разведывательной информации, рассмотренный расчетный алгоритм был реализован в программной оболочке Excel на языке Visual Basic. В процессе разработки программы был проведен анализ построенных графиков зависимости значений кодированной шкалы y' от значений шкал частных показателей y_i' (рисунок 2), с целью определения рационального способа аппроксимации указанных зависимостей.

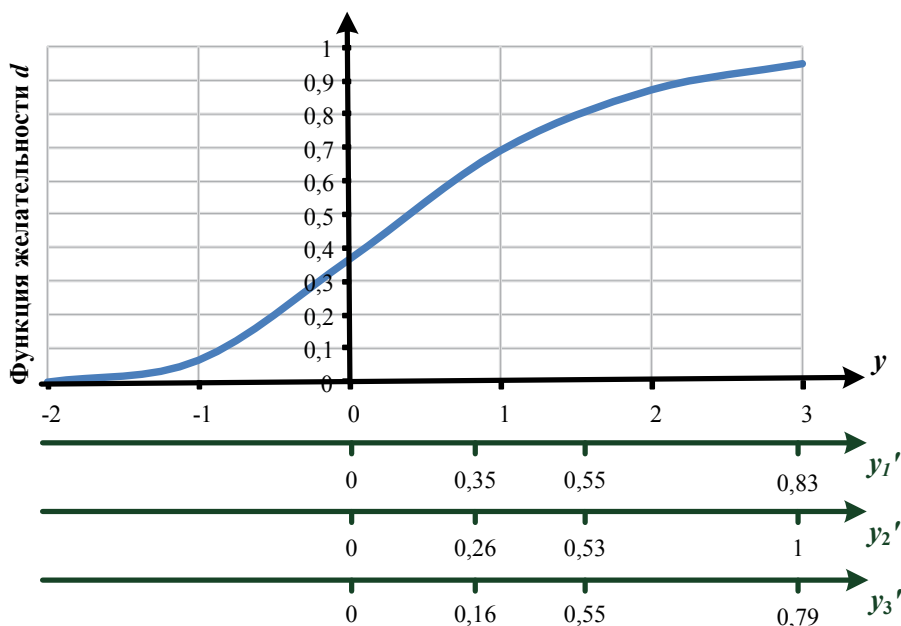


Рисунок 1 – Графики функции желательности для показателей свойств разведывательной информации

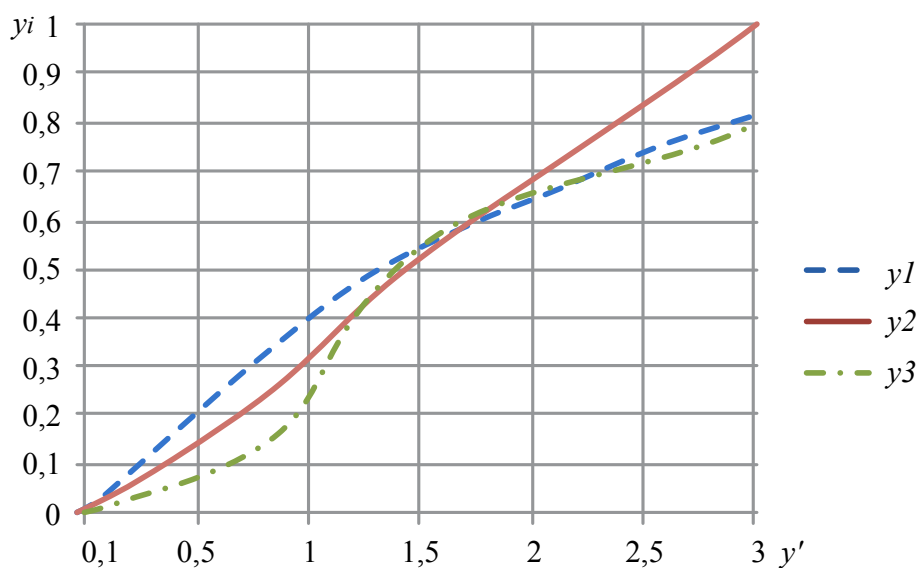


Рисунок 2 – Графики зависимости значений кодированной шкалы y' от значений шкал частных показателей y_i'

Установлено, что для рассматриваемой задачи требованию достоверности (таблица 5) вполне удовлетворяет линейная аппроксимация. Тогда частные желательности d_i можно рассчитать по формуле:

$$d_i = \exp \left[- \exp \left(- \frac{3}{y_i^{\max}} y_i \right) \right], \quad i = 1, 2, 3, \quad (12)$$

где y_i^{\max} – кодированное значение i -го показателя, соответствующее его «высокой» желательности (таблица 2).



Таблица 5 – Данные по достоверности используемых способов аппроксимации

Частные показатели разведывательного обеспечения	Достоверность аппроксимации R^2	
	Линейная аппроксимация	Аппроксимация полиномом 2-й степени
Точность	0,9574	1
Своевременность	0,9975	-
Полнота	0,9349	0,9478

На рисунке 3 представлен интерфейс программы, предназначенный для ввода исходных данных и отражения графической интерпретации (индикации) результатов расчетов. На практике подобный индикативный анализ в процессе формирования конфигурации временного РУК будет способствовать лучшему восприятию количественных показателей, что играет важную роль в оперативной комплексной оценке по согласованности разных по характеру информационных показателей, определяющих уровень РО ударных действий авиации.

Графики зависимости обобщенного показателя D от погрешности измерения координат цели средством разведки и периода обновления разведывательной информации представлены на рисунке 4 и рисунке 5 соответственно.

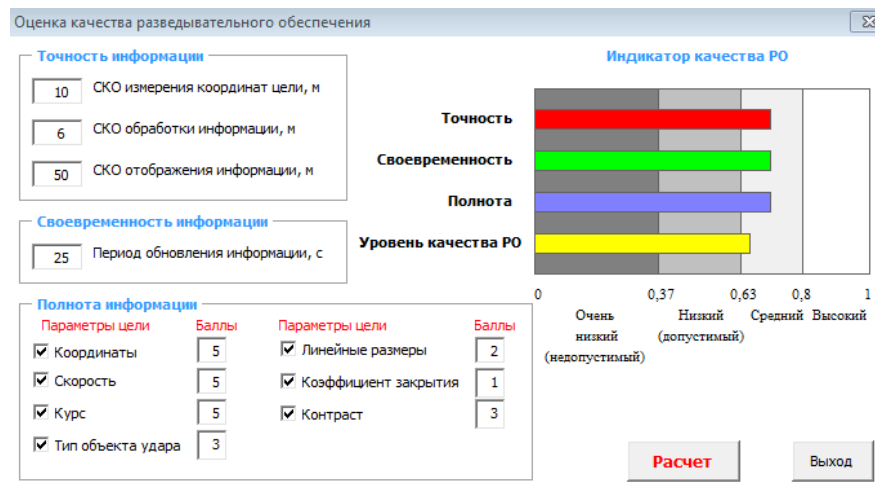


Рисунок 3 – Интерфейс программы для оценки уровня РО

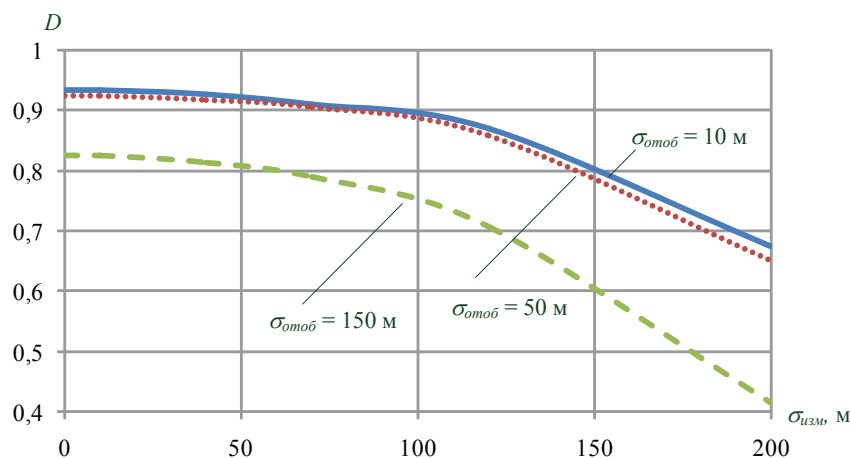


Рисунок 4 – Графики зависимости обобщенного показателя оценки уровня РО от погрешности измерения координат цели для $\sigma_{об} = 6 \text{ м}$, $T_u = 15 \text{ с}$

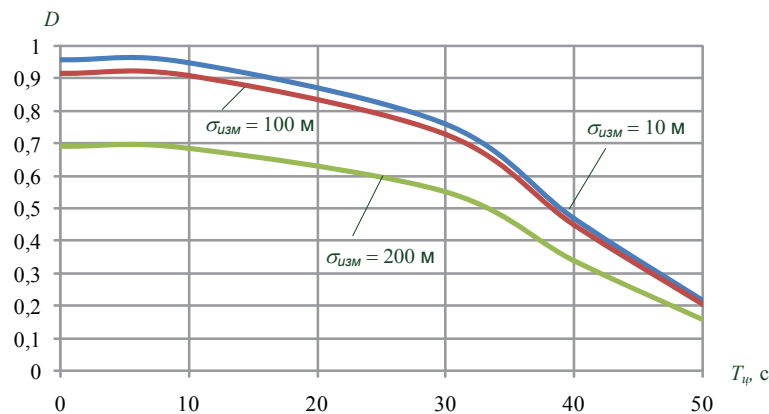


Рисунок 5 – Графики зависимости обобщенного показателя оценки уровня РО от периода обновления информации о состоянии цели для $\sigma_{обр} = 6 м$, $\sigma_{отоб} = 10 м$

Анализ рисунков 4, 5, а также промежуточных результатов исследования, позволяет сделать ряд выводов:

1. Степень удовлетворения потребностей летчика в разведывательной информации напрямую зависит от характеристик СР. Последние должны обладать, в первую очередь, высокой разрешающей способностью, избирательностью, быстродействием и рядом других характеристик, обеспечивающих своевременное обнаружение движущихся целей и передачу данных о них в реальном масштабе времени. Однако, простое наличие таких СР в составе РУК не может гарантировать необходимую эффективность их применения. Как показали исследования, реального прироста уровня РО можно достичь лишь за счет комплексного решения задачи улучшения характеристик средств разведки, обработки и отображения информации на борту УАК. Отсюда, например, в случае целеуказания и наведения по каналу речевой связи необходимым условием для успешного выполнения ударной задачи (при соблюдении требований по своевременности и полноте разведывательной информации) будет включение в РУК средства разведки с малой погрешностью измерения координат цели.

2. Установлено, что допустимая продолжительность времени от момента фиксации СР данных о движущейся цели до момента использования летчиком информации о ней не превышает нескольких десятков секунд (рисунок 5). В тоже время, существующие каналы связи обладают ограниченной пропускной способностью, что не позволяет передавать необходимый объем информации с требуемым временем доставки. Отсюда, повышение уровня РО за счет снижения времени задержки получения летчиком разведывательной информации будет решаться, главным образом, путем повышения эффективности сетей воздушной радиосвязи [8].

3. По мере увеличения количества предоставляемых летчику информационных параметров состояния движущейся цели приобретает дополнительный прирост уровня РО. Расчетным путем установлено, что за счет получения и обработки информации о скорости и курсе цели можно достичь прироста показателя D на 18 %. Природа этого явления исходит из сущности полноты как свойства информации, с одной стороны, показывающего соотношение имеющейся в наличии информации, а с другой – степень обеспеченности актуальной исходной информацией для решения задач прогноза, т.е. создания новых данных на основе обработки имеющихся. Очевидно, получая дополнительную информацию о движущейся цели, необходимо реализовывать ее с помощью наилучших доступных процедур прогноза, позволяющих обеспечить максимально возможный прирост уровня РО.

Выводы. В результате проведенного исследования разработана модель оценки уровня РО ударных действий авиации на основе количественной оценки показателей точности, своевременности и полноты предоставляемой летчику информации о цели с учетом ее мобильности. Предложенная модель может применяться ЛППР на пунктах управления авиацией



в рамках анализа РО при организации и применении РУК. При этом данный подход позволяет помочь в определении «узких» мест в РО и поиске средств и методов повышения уровня РО, от которого, в свою очередь, зависит величина информационно-боевого показателя возможного исхода авиационного удара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zubov N.P. Osobennosti primeneniya i puti sovershenstvovaniya razvedyvatel'no-udarnyh dejstvij aviacii v sovremennyh vooruzhennyh konfliktah // Vestnik Akademii voennyh nauk, 2016. № 1 (54). С. 123–127.
2. Горчица Г.И. Реализация сетцентрической доктрины на основе разведывательно-ударных действий // Военно-промышленный курьер, 2012. № 35 (453). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vpk-news.ru> (дата обращения 10.06.2020).
3. Васильев В.А., Федюнин П.А., Манин В.А., Васильев А.В. Концептуальная оценка разведывательного обеспечения ударных действий авиации // Воздушно-космические силы. Теория и практика, 2020. № 14. С. 41–53.
4. Должанский А.М., Бондаренко О.А., Петлеваный Е.А. Влияние вида средней взвешенной оценки на зависимость комплексного показателя качества от параметров объекта // Приборы и методы измерений, 2017. Т. 8. № 4. С. 398–407.
5. Пичкалев А.В. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств // Исследования наукограда, 2012. № 1. С. 25–28.
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. Проблемные вопросы организации информационного обеспечения управления ударными авиационными комплексами // Труды МАИ, 2019. Вып. № 105. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://trudymai.ru> (дата обращения 14.07.2020).
8. Пономарев А.В. Анализ исследований и обоснование задач развития авиационных сетей воздушной радиосвязи боевого управления авиацией за счет адаптации каналов управления летательными аппаратами к параметрам передаваемого в них трафика // Экономика и качество систем связи, 2018. № 2. С. 42–52.

REFERENCES

1. Zubov N.P. Osobennosti primeneniya i puti sovershenstvovaniya razvedyvatel'no-udarnyh dejstvij aviacii v sovremennyh vooruzhennyh konfliktah // Vestnik Akademii voennyh nauk, 2016. № 1 (54). pp. 123–127.
2. Gorchica G.I. Realizaciya setecentricheskoj doktriny na osnove razvedyvatel'no-udarnyh dejstvij // Voенno-promyshlennyj kur'er, 2012. № 35 (453). [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://vpk-news.ru> (data obrascheniya 10.06.2020).
3. Vasil'ev V.A., Fedyunin P.A., Manin V.A., Vasil'ev A.V. Konceptual'naya ocenka razvedyvatel'nogo obespecheniya udarnyh dejstvij aviacii // Vozdushno-kosmicheskie sily. Teoriya i praktika, 2020. № 14. pp. 41–53.
4. Dolzhanskij A.M., Bondarenko O.A., Petlevanyj E.A. Vliyanie vida srednej vzveshennoj ocenki na zavisimost' kompleksnogo pokazatelya kachestva ot parametrov ob`ekta // Pribory i metody izmerenij, 2017. Т. 8. № 4. pp. 398–407.
5. Pichkalev A.V. Obobschennaya funkciya zhelatel'nosti Harringtona dlya sravnitel'nogo analiza tehnicheskikh sredstv // Issledovaniya naukograda, 2012. № 1. pp. 25–28.



6. Vasil'ev V.A., Fedyunin P.A., Stafeev M.A., Vasil'ev A.V. Nauchno-metodicheskij apparat dlya ocenki vozmozhnostej sistemy upravleniya aviaciej 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. Problemnye voprosy organizacii informacionnogo obespecheniya upravleniya udarnymi aviacionnymi kompleksami // *Trudy MAI*, 2019. Vyp. № 105. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <<http://trudymai.ru>> (data obrascheniya 14.07.2020).

8. Ponomarev A.V. Analiz issledovanij i obosnovanie zadach razvitiya aviacionnyh setej vozdushnoj radiosvyazi boevogo upravleniya aviaciej za schet adaptacii kanalov upravleniya letatel'nymi apparatami k parametram peredavaemogo v nih trafika // *Ekonomika i kachestvo sistem svyazi*, 2018. № 2. pp. 42–52.

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

Васильев Валерий Александрович, кандидат технических наук, доцент, 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, 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.

Беляев Максим Павлович, кандидат технических наук, начальник отдела 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.

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.