



УДК 621.391:623.746.5
ГРНТИ 78.25.33

ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЯЗИ И РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОЕДИНЕНИЯ ВОЕННО-ТРАНСПОРТНОЙ АВИАЦИИ

А.В. БЛИНОВ

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

А.Г. ИВАНУТКИН, кандидат военных наук, доцент

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

В статье представлен подход к выбору показателей оценки эффективности связи и радиотехнического обеспечения, характеризующих качество информационного обеспечения полетов соединения военно-транспортной авиации. Определение показателей оценки эффективности является сложной и многоуровневой задачей, от правильного выполнения которой зависит объективная оценка связи и радиотехнического обеспечения соединения военно-транспортной авиации. Предложены обобщенный, общий и частные показатели оценки эффективности системы связи и радиотехнического обеспечения, а также методика их оценки. Рассматриваемый подход к определению перечисленных показателей можно положить в основу рекомендаций по совершенствованию связи и РТО соединения военно-транспортной авиации, что в свою очередь повысит эффективность управления соединением военно-транспортной авиации.

Ключевые слова: соединение военно-транспортной авиации, связь, радиотехническое обеспечение, показатель, эффективность, информационный обмен.

ASSESSMENT EFFICIENCY INDICATORS OF COMMUNICATION AND RADIO TECHNICAL SUPPORT OF MILITARY TRANSPORT AIRCRAFT CONNECTION

A.V. BLINOV

MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

A.G. IVANUTKIN, Candidate of military sciences, Assistant Professor

MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

The article presents an approach to the selection of indicators to assess the effectiveness of communication and radio engineering, characterizing the quality of information support of flights of military transport aviation. Determination of performance indicators is a complex and multi-level task, the correct execution of which depends on the objective assessment of communications and radio engineering connection of military transport aircraft. Generalized, general, and particular indicators are proposed for evaluating the effectiveness of a communication system and radio engineering support, as well as a methodology for evaluating them. The considered approach to definition of the listed indicators can be put in a basis of recommendations for improvement of communication and radio engineering support of connection of military transport aircraft that in turn will increase efficiency of management of connection of military transport aircraft.

Keywords: military transport aviation connection, communications, radio-technical support, indicator, efficiency, information exchange.

Введение. Современная теория и практика вооруженной борьбы, опираясь на опыт прошедших войн и военных конфликтов, а также тенденции развития отечественного и



зарубежного авиастроения, рассматривает авиацию Воздушно-космических сил (ВКС) в качестве наиболее возможного средства в достижении целей вооруженного противоборства. Создавшееся международное положение, военно-политическая обстановка вокруг Российской Федерации, анализ боевых действий группировки Российских войск в САР [1] свидетельствуют о повышении роли авиации в современной войне и предъявляют более высокие требования к управлению и качеству информационного обмена в системе управления авиационными формированиями, с возрастающей зависимостью достижения целей боевых действий от эффективности применения Военно-воздушных сил (ВВС), где немаловажную роль, с учетом выполняемых задач, играет военно-транспортная авиация (ВТА), а повышение качества управления становится решающим фактором в современной войне [2].

Актуальность. В условиях современных высокоманевренных действий, управление стало таким же решающим фактором в достижении цели боевых действий, как и возможности огневых средств поражения. Процесс управления соединением ВТА неразрывно связан с передачей различного вида информации. Технической и материальной основой управления является связь и радиотехническое обеспечение (РТО) на которые возлагаются функции обеспечения обмена всеми видами информации в системе управления соединением ВТА, совершенствование которых дает возможность повысить качество управления, а вместе с тем и реализацию боевых возможностей соединения ВТА в полном объеме.

Таким образом, возникает необходимость определения показателей оценки эффективности связи и РТО полетов, характеризующих достижение возрастающих требований к информационному обмену со стороны процесса управления соединением ВТА.

Определение общего и обобщенного показателя. Связь и РТО полетов частей и подразделений, входящих в состав соединения ВТА, предназначены для решения ряда задач: передачи и приема с требуемым качеством различных видов информации, вывод информации о местоположении воздушных судов (ВС) на пункты управления (ПУ) соединения ВТА и предоставление радионавигационной информации экипажам ВС в любых климатических условиях и в любое время года и суток. Следовательно, эффективность связи и РТО полетов можно оценить группой основных показателей, свойственных информационному обмену, основными из них являются достоверность, своевременность и безопасность. Для выполнения этих задач в соединении ВТА создается система связи и РТО, которая представляет совокупность узлов и станций связи и РТО, соединенных между собой линиями связи в определенном порядке, соответствующем решению командира на организацию управления [3].

Достоверность связи и РТО – это способность системы связи и РТО соединения ВТА обеспечивать воспроизведение передаваемых сообщений в пунктах приема с заданной точностью, а также требуемую точность самолетовождения. Количественным значением достоверности связи и РТО ($P_{\text{дСРТО}}$) является вероятность того, что число ошибок в сообщении ($n_{\text{ош}}$) не превысит допустимое ($n_{\text{ош.доп}}$):

$$P_{\text{дСРТО}} = P(n_{\text{ош}} \leq n_{\text{ош.доп}}). \quad (1)$$

Своевременность связи и РТО – это способность системы связи и РТО соединения ВТА обеспечивать прохождение всех видов информации в установленные сроки или в реальном масштабе времени. Своевременность связи и РТО целесообразно оценить временем нахождения сообщений определенного вида в информационной системе ($T_{\text{пер}}$), которое складывается из времени прохождения сообщения по каналу системы связи и РТО ($T_{\text{пр}}$) и времени вспомогательных операций ($T_{\text{во}}$) сообщений:

$$T_{\text{пер}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{во}}. \quad (2)$$

Для телефонной связи время прохождения сообщения состоит из времени ожидания, времени соединения и времени разговора. Для телеграфной связи время прохождения



сообщения (телеграммы) складывается из времени оформления в экспедиции, времени доставки на телеграфную станцию, времени ожидания до передачи, времени обмена и времени доставки адресату. Применительно к РТО обеспечению своевременность характеризуется временем выдачи информации на ПУ или на борт ВС, по которой определяется его место в воздушном пространстве. Представленные временные показатели подвержены воздействию большому числу случайных факторов и носят вероятностный характер. Поэтому за показатель своевременности связи и РТО полетов, разумно принять вероятность нахождения сообщения в системе связи и РТО ($P_{свСРТО}$) в течение времени, не превышающего допустимого: $P_{свСРТО} = P(T_{пер} < T_{пер.доп})$.

Безопасность характеризует способность системы связи и РТО противостоять несанкционированному получению информации, а также воздействиям противника на элементы связи и РТО [4].

В настоящее время для оценки безопасности информационного обмена применяются понятия иммитостойкости и разведзащищенности. Иммитостойкость связи и РТО – это способность системы связи и РТО противостоять вводу ложной, в том числе и ранее переданной, информации и навязыванию ложных режимов работы. За показатель иммитостойкости обычно принимают вероятность отсутствия ложной информации в информационной системе: $P_{им} = 1 - P_{ли}$, где $P_{ли}$ – вероятность ввода ложной информации в информационную систему.

Информация, циркулирующая в системе управления, обладает оперативной ценностью лишь определенное время, после которого она становится бесполезной, за показатель разведзащищенности информационной системы, как правило принимают вероятность того, что время вскрытия информации окажется не меньше допустимого $P_{рз} = P(T_{вскр} \geq T_{вскр.доп})$.

Исходя из этого, показатель безопасности связи и РТО можно определить с помощью выражения:

$$P_{безСРТО} = P_{имСРТО} P_{рзСРТО}, \quad (3)$$

где $P_{безСРТО}$ – вероятность безопасности связи и РТО; $P_{имСРТО}$ – вероятность обеспечения системой связи и РТО соединения ВТА иммитостойкости информации; $P_{рзСРТО}$ – вероятность обеспечения системой связи и РТО скрытости информации [5].

Таким образом, под общим показателем оценки эффективности связи и РТО соединения ВТА в работе принимается вероятность обеспечения обмена информацией в системе управления соединения ВТА с заданным качеством (достоверностью, своевременностью и безопасностью) при выполнении каждой задачи системой связи и РТО ($W_{СРТО}$).

С целью оценки эффективности системы связи и РТО соединения ВТА, которая обеспечивает циркуляцию информации в системе управления, в первую очередь необходимо взять показатели достоверности и своевременности.

Вполне очевидно, что в реальном процессе информационного обмена указанные показатели взаимосвязаны. Действительно, низкая достоверность передачи информации приводит к необходимости ее повторения, а это ведет, в свою очередь, к снижению своевременности информации.

Математическое выражение общего показателя эффективности связи и РТО соединения ВТА можно представить в виде:

$$W_{СРТО} = P\{T_{пер} \leq T_{пер.доп} / n_{ош} \leq n_{ош.доп}\} P(n_{ош} \leq n_{ош.доп}) P_{безСРТО}, \quad (4)$$

где $P\{T_{пер} \leq T_{пер.доп} / n_{ош} \leq n_{ош.доп}\}$ – условная вероятность своевременной передачи информации при условии выполнения системой связи и РТО соединения ВТА требований по достоверности; $P\{n_{ош} \leq n_{ош.доп}\}$ – безусловная вероятность достоверной передачи информации.



Исходя из вышеизложенного, за обобщенный показатель оценки эффективности связи и РТО можно принять вероятность выполнения задач с заданным качеством на всех этапах полета ВС ($W_{\text{сРТО}}$):

$$W_{\text{сРТО}} = \sum_{i=1}^N \alpha_i W_{\text{сРТО}i}, \quad (5)$$

где N – подмножество i -ых задач связи и РТО, способствующих достижению цели; α_i – весовые коэффициенты каждой из задач связи и РТО, при условии, что их сумма не превышает единицы [6].

Определение частных показателей. В настоящее время наиболее общим методологическим принципом исследования любых систем является «системный подход». Достоинством данного подхода является то, что он конкретизирует исходные принципы диалектики, требующие рассматривать объект как единое целое, состоящее из взаимосвязанных частей и который сам является составным элементом системы более высокого порядка [7].

Анализ ранее проведенных исследований, требований нормативно-правовой базы в данной сфере исследования, факторов, а также требований к связи и РТО позволил выбрать частные показатели оценки возможностей системы связи и РТО по обеспечению управления соединением ВТА.

В военной системе управления обмен информацией осуществляется между несколькими ПУ, на нескольких информационных направлениях. Информационное направление – это функциональная зависимость двух органов управления, между которыми требуется обеспечение обмена информацией. Решение задачи обеспечения информационного обмена в системе управления соединения ВТА выполняется подсистемой связи. Подсистема связи состоит из узлов связи, ПУ и линий связи. Следовательно, успешное решение задачи обеспечения информационного обмена в системе управления соединения ВТА будет зависеть от успешности решения данной задачи на каждом информационном направлении, организованном в системе управления. Поэтому, в качестве показателя оценки возможностей подсистемы связи, можно принять вероятность обеспечения информационного обмена в системе управления соединения ВТА с заданным качеством и представить его в виде:

$$P_c = \sum_{a=1}^{A_{ин}} \varphi_a P_{инa}, \quad (6)$$

где $P_{инa}$ – вероятность обеспечения информационного обмена на a -ом информационном направлении; φ_a – весовой коэффициент a -го информационного направления; $A_{ин}$ – количество информационных направлений в системе управления; $a = 1$.

Под вероятностью обеспечения информационного обмена понимается вероятность своевременного, достоверного и безопасного прохождения сообщений в подсистеме связи соединения ВТА.

Для обеспечения потребности системы управления соединения ВТА в информационном обмене и решения задач управления, как уже было сказано ранее, создаются информационные направления, которые реализуются направлениями связи. Таким образом, информационное направление является тем объектом, который связывает в целое подсистему связи (так как информационное направление базируется на направлении связи) и систему управления (так как создаются в целях решения задач управления). Поэтому, наиболее значимым в целях оценки возможностей подсистемы связи по обеспечению управления будет показатель вероятности обеспечения информационного обмена на одном информационном направлении, организованном в системе управления соединения ВТА.



В свою очередь направления связи, обеспечивающие циркуляцию информации на информационном направлении, образуются каналами различных видов связи. Следовательно, показатель вероятности обеспечения информационного обмена на одном информационном направлении можно представить в виде:

$$P_{ИИ} = \sum_{k=1}^{A_{BCk}} \beta_{ak} P_{BCak}, \quad (9)$$

где P_{BCak} – вероятность обеспечения информационного обмена для сообщений k -го вида связи на a -ом информационном направлении; β_{ak} – весовой коэффициент k -го вида связи на a -ом информационном направлении; A_{BCk} – количество видов связи на a -ом информационном направлении; $k = 1$.

В выполнении задач подсистемой РТО на различных этапах выполнения полетов соединением ВТА будут задействованы различные средства РТО, которые образуют направления обмена радиотехнической информацией между ВС и ПУ. Полнота информационного обмена характеризуется способностью средств РТО выполнять задачи по предназначению в течение заданного временного интервала в различных условиях обстановки, а также качеством представляемой информации. Причем, способность устойчивого выполнения задач средством РТО по предназначению является необходимым условием, а требуемое качество радиотехнической информации достаточным условием обеспечения управления соединением ВТА подсистемой РТО. Следовательно, за показатель обеспечения информационного обмена в подсистеме РТО можно взять вероятность обеспечения радиотехнической информацией соединения ВТА, представленный формульной зависимостью:

$$P_{РТО} = \sum_{j=1}^J P_{нор}(U_j) P_{СРj}(K_j | U_j), \quad (7)$$

где $P_{нор}(U_j)$ – нормированная вероятность устойчивости выполнения задач по предназначению j -ым средством РТО; $P_{СРj}(K_j | U_j)$ – вероятность предоставления информации требуемого качества при условии устойчивого выполнения задач по предназначению j -ым средством РТО; J – количество средств РТО, $j = 1$.

В формуле (7), $P_{нор}(U_j)$ рассчитывается из условия, что вероятности устойчивого выполнения задач по предназначению j -ми средствами РТО составляют полную группу событий, то есть:

$$\sum_{j=1}^J P_{нор}(U_j) = 1. \quad (8)$$

Способность устойчивого выполнения задач средством РТО в течение заданного времени (время выполнения этапа выполнения задачи по десантированию) в различных условиях обстановки, зависит от ряда факторов, основными из которых являются: огневое воздействие противника; радиоэлектронное подавление; техническая надежность средств РТО; соответствие зоны действия средства РТО и местоположения воздушного судна в пространстве; степень готовности средства РТО выполнять задачи по предназначению в заданные сроки. Влияние этих факторов может учитываться соответствующей вероятностью решения задач средством РТО, отдельно по каждому из них. Тогда вероятность выполнения задачи средством РТО будет выражена, как функция от следующих вероятностных характеристик:



$$P(U) = f(P_{жс}, P_{пу}, P_n, P_d, K_m), \quad (10)$$

где $P_{жс}$ – вероятность выполнения задачи средством РТО в условиях огневого воздействия противника; $P_{пу}$ – вероятность выполнения задачи средством РТО в условиях радиоэлектронного подавления противника; P_n – вероятность технической надежности средства РТО; P_d – вероятность обеспечения требуемой дальности; K_m – коэффициент мобильности.

Математическое выражение вероятности предоставления радиотехнической информации требуемого качества одним средством РТО можно представить в следующем виде:

$$P_{ср}(K|U) = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n K_s, \quad (11)$$

где K_s – показатели частных критериев, характеризующих качество радиотехнической информации; n – количество показателей частных критериев оценки качества предоставляемой информации, $s = 1$. Таким образом, с помощью этих показателей можно оценить способность устойчивого выполнения задач средством РТО в течение заданного времени в различных условиях обстановки.

С помощью предложенных показателей стало возможно оценить возможности подсистемы связи и подсистемы РТО соединения ВТА по обеспечению управления. Приведенные показатели являются вероятностными величинами и определяют качество предоставляемой информации потребителям с точки зрения требований системы управления к связи и радиотехническому обеспечению.

Выводы. Таким образом, процесс управления соединением ВТА характеризуется иерархичностью организации, целенаправленностью функционирования, большим числом объектов управления, наличием множества информационных связей и взаимодействия между ними. Для реализации функций управления соединением ВТА создается система управления, технической основой которой является система связи и РТО.

Выбор показателей оценки эффективности связи и РТО полетов соединения ВТА при обеспечении информационного обмена в системе управления соединением ВТА, основан на цели его осуществления. Циркуляция информации реализуется системой связи и РТО соединения ВТА путем решения задач передачи, приема и обработки сообщений, в соответствии с предъявленными требованиями к качеству связи и РТО полетов. Представленный подход к выбору обобщенного, общего и частных показателей оценки эффективности связи и РТО позволит обеспечить более оперативное, качественное и обоснованное принятие решения на организацию связи и РТО в частях и подразделениях соединения ВТА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цыганок А.Д. Группировка Российских войск в Сирии в борьбе с ИГИЛ (стратегия и сценарии) // Вестник Академии военных наук. 2016. № 1 (54). С. 10–20.
2. Сурувикин С.В., Кулешов Ю.В. Особенности организации управления межвидовой группировкой войск (сил) в интересах комплексной борьбы с противником // Военная мысль. 2017. № 8. С. 5–18.
3. Федеральные авиационные правила «Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь». М.: ЦАИ ГА, 2007. 115 с.
4. Словарь войск связи Вооруженных сил Российской Федерации. М.: Воениздат, 2008. 213 с.
5. Ивануткин А.Г., Данилин М.А., Пресняков М.Ю. Подход к выбору показателей



эффективности связи и радиотехнического обеспечения полетов авиации // Труды МАИ. 2016. № 86.

6. Ивануткин А.Г. Методика оценки эффективности радиотехнического обеспечения полетов авиации // Военная мысль. 2016. № 7. С. 33–40.

7. Ермишян А.Г. Теоретические основы построения систем военной связи в объединениях и соединениях. СПб.: ВАС, 2005. 740 с.

REFERENCES

1. Cyganok A.D. Gruppirovka Rossijskih vojsk v Sirii v bor'be s IGIL (strategiya i scenarii) // Vestnik Akademii voennyh nauk. 2016. № 1 (54). Pp. 10–20.

2. Surovikin S.V., Kuleshov Yu.V. Osobennosti organizacii upravleniya mezhhvidovoj gruppirovkoj vojsk (sil) v interesah kompleksnoj bor'by s protivnikom // Voennaya mysl'. 2017. № 8. Pp. 5–18.

3. Federal'nye aviacionnye pravila «Radiotekhnicheskoe obespechenie poletov vozдушnyh sudov i aviacionnaya `elektrosvyaz'». М.: CAI GA, 2007. 115 p.

4. Slovar' vojsk svyazi Vooruzhennyh sil Rossijskoj Federacii. М.: Voenizdat, 2008. 213 p.

5. Ivanutkin A.G., Danilin M.A., Presnyakov M.Yu. Podhod k vyboru pokazatelej `effektivnosti svyazi i radiotekhnicheskogo obespecheniya poletov aviacii // Trudy MAI. 2016. № 86.

6. Ivanutkin A.G. Metodika ocenki `effektivnosti radiotekhnicheskogo obespecheniya poletov aviacii // Voennaya mysl'. 2016. № 7. Pp. 33–40.

7. Ermishyan A.G. Teoreticheskie osnovy postroeniya sistem voennoj svyazi v ob`edineniyah i soedineniyah. SPb.: VAS, 2005. 740 p.

© Блинов А.В., Ивануткин А.Г., 2019

Блинов Андрей Владимирович, адъюнкт 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, Blinov.76@yandex.ru.

Ивануткин Александр Григорьевич, кандидат военных 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, mazurova83@mail.ru.