



УДК 355.23: 623.62  
ГРНТИ 78.25.41

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБУЧАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ТРЕНАЖЕРАХ И ОБУЧАЮЩИХ СТРУКТУРАХ (СРЕДСТВАХ) ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СИЛ И СРЕДСТВ РЭБ ВВС

*С.А. ГОВОРУХИН, кандидат технических наук, доцент  
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)  
С.А. ПАНОВ, кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

В статье предлагается применение сценарно-когнитивного подхода для формирования информационно-обучающих воздействий в автоматизированных тренажерах и формализованного описания процесса принятия решения на применение сил и средств РЭБ ВВС.

*Ключевые слова:* решение на применение сил и средств РЭБ ВВС, модель принятия решения, сценарно-когнитивный подход.

## INFORMATION AND TRAINING ACTIONS FORMATION PARTICULARITY IN SIMULATORS AND TRAINING STRUCTURES (MEANS) FOR TRAINING SPECIALISTS ON APPLICATION OF FORCES AND MEANS OF AIR FORCE ELECTRONIC WARFARE

*S.A. GOVORUHIN, Candidate of Technical sciences, Associate Professor  
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)  
S.A. PANOV, Candidate of Technical sciences, Senior Researcher  
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

The article proposes the use of a scenario-cognitive approach for the information and training actions formation in automated simulators and a formalized description of the decision-making process on the use of forces and means of air force electronic warfare.

*Keywords:* decision on the use of forces and means of air force electronic warfare, decision-making model, scenario-cognitive approach.

**Введение.** Формирование умений и навыков (профессионально-специализированной компетенции) по принятию решений на боевое применение сил и средств РЭБ является одной из ключевых задач при подготовке специалистов РЭБ ВВС в военном вузе.

Существенное усложнение перечня задач для обучаемых в военных вузах, их разноплановость при комплексном обучении специалистов РЭБ (формировании умений и навыков на применение средств РЭБ индивидуальной и индивидуально-коллективной защиты), необходимость моделирования различных вариантов оперативно-тактической и радиоэлектронной обстановках, содержащих множество (десятки и сотни) различных параметров, оказывают существенное влияние на результаты принятия решения. Достижение требуемого уровня умений и навыков может быть достигнуто только за счет формализации интеллектуальных функций по формированию наборов исходных данных заданной градации сложности, представляющих информационно-обучающее воздействие (ИОВ) – по конкретной задаче обучения и реализующих рациональные условия обучения по принятию решения. При



этом должны быть учтены целевые функции формирования умений и навыков боевой деятельности специалиста РЭБ ВВС, психолого-педагогические условия обеспечения дидактической эффективности обучения, содержательные аспекты боевой деятельности и инженерно-технический облик современной техники РЭБ.

**Актуальность.** Основная специфика подготовки специалистов по применению сил и средств РЭБ авиации заключается в том, что в отличие от специалистов по применению подразделений и средств РЭБ с наземными и воздушно-космическими системами управления войсками и оружием (которые принимают полноценное индивидуальное решение на их применение и несут за него персональную ответственность), они значительно ограничены в выборе способов и тактических приемов применения средств РЭБ индивидуальной защиты летательных аппаратов, а также в определении основных целей, задач и мероприятий РЭБ при обеспечении боевых действий авиационной части.

Это обусловлено тем, что с одной стороны, деятельность начальника службы РЭБ авиационной части (НС РЭБ ач) осуществляется в рамках строгих ограничений распоряжений старшего начальника по вопросам РЭБ, а с другой – воздействие на него оказывают непосредственные задачи авиационной части и условия выполнения ею поставленных боевых задач. Вся его деятельность на этапе подготовки части к боевым действиям всецело обусловлена именно задачами обеспечения успешного выполнения частью боевых задач, а не задачей успешного выполнения задач подразделением РЭБ. Если для других специалистов РЭБ основной перечень потенциальных объектов РЭБ и целей радиопомех уже предварительно определен, например, в боевом распоряжении [1, 2], то начальник службы РЭБ авиационной части в каждой конкретно складывающейся оперативно-тактической обстановке должен самостоятельно определить перечень объектов РЭБ с учетом боевых задач авиационной части, номенклатуры применяемых средств поражения, физико-географических условий района ведения боевых действий, а также подготовленности каждого экипажа. При этом возможности НС РЭБ ач по управлению порядком ведения РЭБ в ходе боевого полета (изменению объектов РЭБ, перенацеливанию усилий по РЭБ) значительно ограничены за счет практической невозможности адекватно реагировать на изменение радиоэлектронной обстановки. Кроме того, для НС РЭБ ач одним из основных видов деятельности является разработка и контроль выполнения мероприятий по радиоэлектронной защите всех РЭС авиационной части.

В этом случае, ранее предложенный подход [3–6] к формированию ИОВ, использующийся в тренажерах и других обучающих системах подготовки специалистов РЭБ, не может в полной мере удовлетворять требованиям, оказывающим существенное влияние на процесс подготовки специалистов РЭБ ВВС, сущность которого определяется квалификационными требованиями подготовки специалиста.

**Цель работы** – разработка формализованного описания процесса принятия решения на применение сил и средств РЭБ ВВС в автоматизированных тренажерах и обучающих структурах (средствах), применяемых для подготовки специалистов РЭБ и формирования информационно-обучающих воздействий в подсистеме поддержки принятия решений руководителя занятия.

В соответствии с требованиями основных руководящих документов по РЭБ в ВВС [2] за подготовку авиационной части к РЭБ и ее ведение в боевых действиях отвечает командир части. Он же принимает решение и определяет направление сосредоточения основных усилий по РЭБ, порядок и способы дезорганизации управления войсками и оружием ПВО и авиации противника, рассматривает и утверждает предложения начальника штаба и начальника службы РЭБ по организации РЭБ. НС РЭБ ач непосредственно организует радиоэлектронную борьбу, разрабатывает план-график ведения РЭБ и организует его выполнение, участвует в подготовке личного состава соединения в специальном отношении и осуществляет контроль за выполнением спланированных мероприятий по РЭБ. Таким образом, основной задачей НС РЭБ ач на этапе подготовки авиационной части к выполнению боевых задач является разработка предложений по РЭБ в решение командира части, а не собственно принятие решения на применение средств РЭБ.



Основное содержание предложений НС РЭБ авиационной части по РЭБ в решение авиационного командира [2] предполагает проведение всесторонней оценки:

тактической и радиоэлектронной обстановки (РЭО), характеризующей действия систем и средств ПВО и тактической (истребительной) авиации, технической разведки и РЭБ противника;

РЭО, характеризующей применение РЭС (в том числе и средств РЭБ) других родов авиации, действующих совместно (или во взаимодействии) с авиационной частью;

возможных изменений РЭО с учетом действий обеспечивающих сил РЭБ, действующих по плану старшего начальника (в том числе с учетом предполагаемых результатов огневого поражения и поражения СНО радиоэлектронных объектов противника силами, как старшего начальника, так и силами авиационной части);

возможностей и технического состояния штатных средств РЭБ авиационной части;

условий, которые могут оказать существенное влияние на возможность применения штатных средств РЭБ части (метеорологические, физико-географические условия, способы выполнения боевых задач частью, применяемые боевые порядки, средства поражения, виды и способы нанесения авиационных ударов по объектам поражения и т.д.).

Все это значительно усложняет формализацию процесса его деятельности по разработке предложений по РЭБ и должно базироваться на основе моделирования применительно к различным условиям выполнения авиационной частью поставленных боевых задач. В таких условиях для моделирования последовательности действий должностных лиц и формирования ИОВ может быть использован подход, предложенный в [3, 4, 5].

Этот подход предполагает представление процесса выработки предложений по РЭБ и формирования информационно-обучающих воздействий в тренажерах и обучающих структурах (средствах) в процессе подготовки у специалистов умений и навыков по принятию решений на боевое применение средств РЭБ ВВС в виде взаимосвязанной по целям и задачам последовательности действий руководителя занятия (обучающего) в ходе которой производится уяснение задачи (определение цели обучения), оцениваются необходимые исходные данные и существующие ограничения, разрабатывается замысел обучения при применении в процессе обучения тренажеров (обучающих средств) и формируются основные планирующие документы.

При этом для обеспечения возможности работы обучаемых по принятию решения и достижения дидактических целей обучения (формирования необходимого уровня обученности) руководителем занятия должны учитываться следующие ограничения:

набор начальных значений показателей, выдаваемых обучаемым, должен быть необходимым и достаточным для принятия ими решения на боевое применение;

набор значений показателей, выдаваемых обучаемым на каждом этапе занятия, должен быть необходимым и достаточным для принятия ими решений по этапам принятия решения на боевое применение;

начальный набор значений показателей должен учитывать уровень предтренажной подготовки обучаемых (на начальном интервале) и уровень их обученности (на каждом последующем интервале).

Для проверки реализуемости самой возможности принятия решения руководитель занятия должен сформировать эталонное решение, как бы поставив себя в роль обучаемого, «проиграть» все свои действия и, по большому счету, и оценить сам себя. Основным ограничением реализации этой задачи выступает тот факт, что работа руководителя должна в полной мере быть адекватной работе обучаемых на средствах, осуществляться в тех же условиях и использовать такие же модели и методики, а используемые алгоритмы должны реализовывать «идеальный» способ обработки информации. Только в этом случае можно говорить о достижимости целей, стоящих перед занятием, полноте и объективности оценки обучаемых.

Решение на боевое применение сил и средств составляет основу управления. Оно определяет порядок использования имеющихся сил и средств, содержит отправные данные для разработки всех мероприятий по РЭБ. Изначально принятие решения начальником службы РЭБ



осуществляется на этапе организации боевого применения авиационной части в соответствии с последовательностью, представленной в [2]. В процессе подготовки к выполнению боевой задачи принятое начальником РЭБ (обучаемым) решение может уточняться или приниматься новое решение. В любом случае решение должно отвечать сложившейся обстановке, учитывать вероятное развитие событий, приниматься или уточняться в срок, обеспечивающий его приведение в жизнь. Каждый этап этой последовательности, как правило, характеризуется частным решением. При этом осуществляется формирование всего множества исходных данных, осуществляется его разделение на подмножества для решения частных задач и формулируются ограничения. Далее производится оценка исходных данных (или их части – подмножества) в интересах возможности решения сформулированных частных задач (обеспечения целевых функций, точности, достоверности и т.д.). По результатам оценки осуществляется корректировка исходных данных (добавление новой информации, изменение точности и достоверности данных и др.) или происходит переход к генерации альтернатив на основе сформированной информации, эффективность которых оценивается с учетом сформулированных целевых установок. На основании этого проводится выбор лучшей альтернативы (множества допустимых альтернатив) в соответствии с установленными правилами, на основе которой формируется управленческое решение. Если такой альтернативы получить не удастся, то осуществляется переход к формированию новых исходных данных. По результатам частных решений на указанных этапах и формируется множество допустимых вариантов ИОВ и, собственно, допустимые решение на боевое применение сил и средств РЭБ ВВС.

В [5, 7] показано, что процесс выработки решения на боевое применение сил и средств РЭБ ВВС и формирования ИОВ может быть представлен как процесс управления в сценарно-когнитивной (концептуальной) модели стратегического управления. Такая модель ориентирована на прогнозирование выполнения боевых задач на каждом выделенном (последующем) интервале времени с учетом результатов компьютерного моделирования процессов принятия и реализации решения обучаемыми на боевое применение сил и средств РЭБ ВВС и на этой основе формирования новых вариантов ИОВ.

В интересах формирования рациональных условий обучения на этапах подготовки исходных данных и разработки заданий обучаемым для каждого рассматриваемого эпизода, то есть каждого  $i$ -го интервала времени ( $i = 1, 2, \dots, N$ ), руководителем занятия устанавливается начальное состояние (множество показателей системы в начальной точке интервала) и задается набор возможных решений для этого интервала, соответствующих вводным и ИОВ на процессы применения средств РЭБ ВВС. Некоторые из решений для данного интервала времени с учетом ограничений на цели и задачи подготовки, состояние технических средств обучения и контроля могут быть совместимыми и выполняться параллельно. Задавая на множестве решений для каждого эпизода отношения совместимости и определяя классы эквивалентности этого отношения, формируются подмножества совместимых решений («макрорешения»). Тогда моделирование процесса управления и формирования ИОВ для поиска и реализации рациональных условий обучения могут рассматриваться, как поиск «макрорешения» на каждом  $i$ -м интервале, и осуществляться в следующей последовательности.

На начальном этапе формируется экспертная матрица взаимосвязи между показателями, характеризующими условия применения сил и средств РЭБ ВВС, на основе правил сценарно-когнитивного (концептуального) моделирования. Далее для каждого «макрорешения» по результатам предварительного тестирования или экспертно формируются начальные условия – начальный набор значений показателей, обусловленный этим «макрорешением». На основе матрицы взаимосвязей и установленных начальных условиях моделируется условие применение сил и средств РЭБ ВВС при данном «макрорешении» на  $i$ -м интервале, оценивается эффективность выполнения задач и определяется их финальное состояние (в конечной точке интервала). На основе прогнозируемых финальных состояний, отражающих условия и эффективность применения сил и средств РЭБ ВВС, для всего



множества «макрорешений» выбирается рациональное «макрорешение», удовлетворяющее заданному критерию.

Для выбранного «макрорешения» формируется графоаналитическая модель сценария его выполнения (например, на основе применения прямых интегро-дифференциальных уравнений, аппарата сетей Петри и др.), проводится компьютерное моделирование выполнения выбранного «макрорешения» и находится фактическое состояние результатов моделирования в конечной точке  $i$ -го интервала. Это состояние системы принимается за начальное для следующего  $(i+1)$ -го интервала и все перечисленные шаги повторяются [4, 6].

По своей структуре такая модель представляется как сеть из взаимосвязанных автономных «интеллектуальных» структурных единиц. В свою очередь модель каждой такой структуры состоит из двух частей – исполнительской части и сценария. При таком построении модели выделяются два типа структурных единиц на каждом из уровней: структуры-руководители (должностные лица – органы управления, посредники, преподаватель), координирующие работу исполнителей (агентов), и структуры-исполнители (обучаемые), выполняющие решения [3, 4].

В начальной точке каждого  $i$ -го интервала ( $i= 1,2,\dots,N$ ) руководитель занятия на основе множества исходных данных (отчетов исполнителей, показателей исполнительных агентов) по  $(i-1)$ -му интервалу и с учетом данных, введенных экспертами (или результатам компьютерного моделирования), оценивает текущую ситуацию и принимает рациональное из множества возможных решений на реализацию заданного варианта ИОВ и привлечение подмножества структур-исполнителей на  $i$ -м интервале. В начале первого интервала (до запуска исполнителей) исходная ситуация определяется не по отчетам исполнителей, а на основе заданных исходных условий, определяемых требованиями к подготовке и начальным уровнем подготовки обучаемых. Применительно к таким условиям, поведение руководителя занятия может быть описано с помощью потоковых диаграмм (рисунок 1), где в виде состояний отображаются внутренние исполнители (процессы или операции), а стрелками – информационные потоки и взаимосвязи [5, 6]. Если исходный поток вводится человеком, то информационный поток отмечается дополнительным знаком (\*).

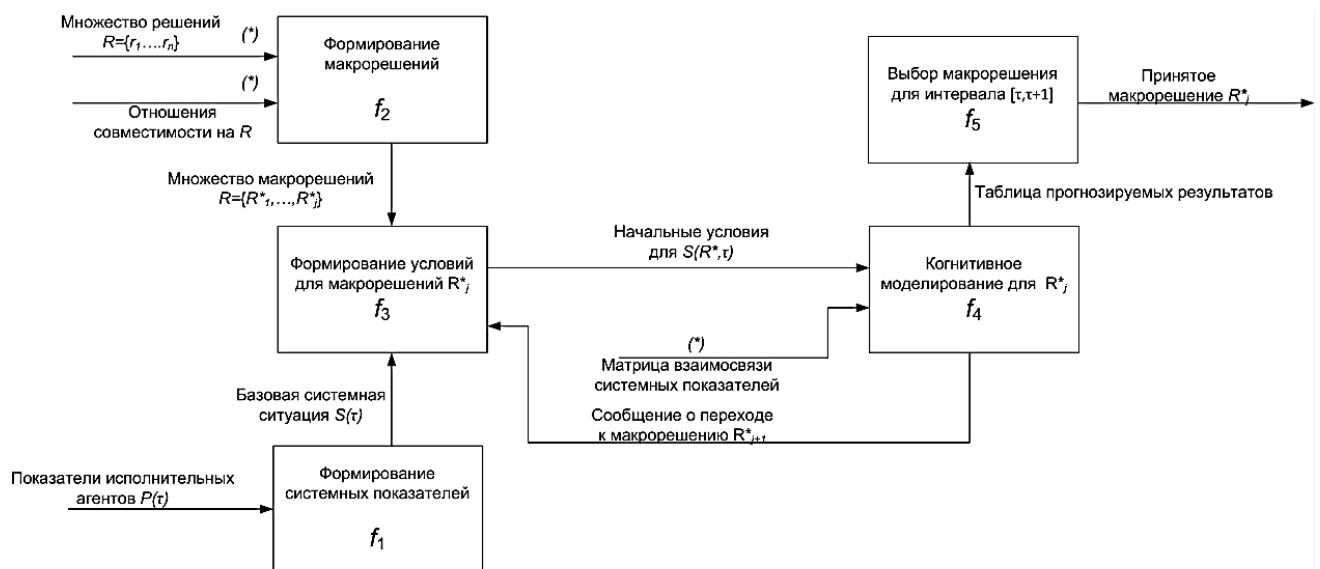


Рисунок 1 – Обобщенная схема потоковой диаграммы, описывающей поведение руководителя занятия при формировании ИОВ и выработке решения на применение сил и средств РЭБ ВВС

Процесс  $f_1$  получает на входе набор значений показателей исполнителей  $P(\tau)$  и формирует на выходе набор показателей системы в целом  $S$  (соответствующие системной ситуации  $S(\tau)$ ).



Преобразования, выполняемые процессом  $f_1$ , описываются в основном продукционными правилами «если – то».

Процесс  $f_2$  на основе заданного человеком множества возможных решений  $R = \{r_1, \dots, r_h\}$  и отношения совместимости  $\alpha \subseteq R \times R$  на этом множестве формирует множество «макрорешений»  $R^*$  ( $R^* = \{R_1^*, \dots, R_a^*\}$ ,  $e \leq h$ ), представляющих собой классы эквивалентности отношений  $\alpha$ . Отношение эквивалентности  $\alpha$  представляется графом совместимости решений руководителя – неориентированным графом, вершины которого сопоставлены решениям, а ребра – связывают совместимые решения [4–6]. При этом допускается, что исходный поток может вводиться человеком.

Процесс  $f_3$  выполняемый человеком (формирование условий для «макрорешений»  $R_j^*$ ), инициирует моделирование функционирования системы на  $i$ -м интервале. Моделирование инициируется мгновенным (скачкообразным) изменением значений системных показателей, сформированных процессом  $f_1$  (без учета управления, выражаемого «макрорешениями» для  $i$ -го интервала), в значения, учитывающие возможные «макрорешения» для  $i$ -го интервала (выданными процессом  $f_2$ ).

Процесс  $f_4$  является итеративным по всему множеству «макрорешений» и выполняет сценарно-когнитивное моделирование процесса управления руководителем занятия при формировании ИОВ и выработке обучаемыми решения на боевое применение сил и средств РЭБ ВВС на текущем интервале согласно методологии [3]. Его входами являются начальные условия «макрорешений»  $S(R^*, \tau)$  и матрица взаимосвязи системных показателей  $S_1, S_2, \dots, S_n$ . Выходом процесса  $f_4$  является множество прогнозируемых состояний системы в конечной точке интервала при всех возможных «макрорешениях», определенных с учетом «веса» системных показателей.

Процесс  $f_5$  осуществляет вычисление индекса состояния системы  $I(R_j^*)$ , отражающего при заданном ИОВ прогнозируемую эффективность принятого решения  $R_\alpha^*$  для интервала  $[\tau, \tau + 1]$ . Значения индекса состояния системы определяется в виде суммы произведений значений системных показателей на их «вес» [5, 6]:

$$I(R_j^*) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot S_i,$$

где  $\alpha_i$  – «вес» системного показателя  $S_i$ ;  $n$  – число системных показателей.

Выбор рационального «макрорешения»  $R_\alpha^* = \{r_1^*, \dots, r_a^*\}$  из множества допустимых решений руководителя занятия для каждого интервала  $[\tau, \tau + 1]$  производится по критерию:

$$R_\alpha^* \rightarrow \max \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot S_i.$$

Выбор рационального решения  $R_\alpha^*$  обеспечивает формирование ИОВ, запускающее решения и действия соответствующих исполнителей.

Усложнение перечня решаемых обучаемыми задач оказывает существенное влияние на принятие руководителем занятия «макрорешения», по соответствующей задаче, при котором будет обеспечен максимум индекса состояния системы, то есть, достигнуты цели обучения. В этих условиях для каждой из задач и уровнях формирования ИОВ оценка



результативности выработанных (принимаемых) решений проводится по интегральному показателю [6, 7]:

$$P_0 = \sum_{n=1}^N a_n \cdot P_n, \quad \sum_{n=1}^N m_n = 1,$$

где  $a_n$  - весовой коэффициент, определяющий важность компонента (разноплановости задачи обучения),  $P_n$  - показатели оценки компонент принятия решения.

Такой интегральный показатель соответствует показателям, характеризующим качество решений, принимаемым в подсистеме поддержки принятия решений руководителя занятия и может быть использован как для оценки достигнутого уровня обученности, так и для корректировки формируемых в ходе занятия ИОВ.

**Выводы.** Таким образом, применение сценарно-когнитивного подхода для описания процесса принятия решения на применение сил и средств РЭБ ВВС позволяет сформировать множество вариантов рациональных информационно-обучающих воздействий, реализуемых в подсистеме поддержки принятия решений руководителя занятий автоматизированных тренажеров и обучающих структур, достичь согласованности в действиях обучаемых при выполнении отдельных и коллективных задач, выносимых на занятие, оценить вклад каждого обучаемого в достижении (срыве достижения) поставленной цели обучения и обеспечить своевременное изменение ИОВ в ходе занятий для реализации максимума эффективности обучения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боевой устав войск радиоэлектронной борьбы Часть II (рота, взвод, узел, отделение, экипаж) // М: Воениздат, 2017.
2. Наставление по боевому обеспечению Военно-воздушных сил, ч. 2 Радиоэлектронная борьба // М: Воениздат. 2006.
3. Фатхутдинов Р.А. Управленческие решения: Учебник 4-е изд., перераб. и доп. // М.: ИНФА-М, 2001. 283 с.
4. Говорухин С.А., Панов С.А. Применение новых информационных технологий при обучении курсантов оценке РЭО в интересах планирования боевого применения подразделений воинских частей РЭБ // Сборник научных статей по материалам Всероссийской НПК (23 - 24 октября). Ч. 2. Воронеж: ВАИУ, 2008. С. 42–46.
5. Говорухин С.А., Панов С.А., Санин В.Н. Методический подход к построению модели обучения с использованием аппаратно-программного модуля поддержки принятия решений руководителя компьютерного ТСУ с подразделением РЭБ // Вестник ВАИУ. Воронеж: ВАИУ, 2012. № 4 (11). С. 85–92.
6. Говорухин С.А., Мельников В.Ф., Панов С.А. Подготовка компьютерного тактико-специального учения по РЭБ с применением современных учебно-тренировочных средств // Вестник ВУНЦ ВВС «ВВА». Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2013. № 2. С. 180–187.
7. Говорухин С.А., Мельников В.Ф., Панов С.А. Один из подходов к формализации процесса принятия решения командиром подразделения РЭБ // Вестник ВУНЦ ВВС «ВВА». Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2013. № 2. С. 176–180.

#### REFERENCES

1. Boevoj ustav vojsk radio`elektronnoj bor'by Chast' II (rota, vzvod, uzел, otdelenie, `ekipazh) // M: Voenizdat, 2017.
2. Nastavlenie po boevomu obespecheniyu Voенno-vozdushnyh sil, ch. 2 Radio`elektronnaya bor'ba // M: Voenizdat. 2006.



3. Fathutdinov R.A. Upravlencheskie resheniya: Uchebnik 4-e izd., pererab. i dop. // M.: INFAM, 2001. 283 p.

4. Govoruhin S.A., Panov S.A. Primenenie novyh informacionnyh tehnologij pri obuchenii kursantov ocenke R`EO v interesah planirovaniya boevogo primeneniya podrazdelenij voinskih chastej R`EB // Sbornik nauchnyh statej po materialam Vserossijskoj NPK (23-24 oktyabrya). Ch. 2. Voronezh: VAIU, 2008. pp. 42–46.

5. Govoruhin S.A., Panov S.A., Sanin V.N. Metodicheskij podhod k postroeniyu modeli obucheniya s ispol'zovaniem apparatno-programmnogo modulya podderzhki prinyatiya reshenij rukovoditelya komp'yuternogo TSU s podrazdeleniem R`EB // Vestnik VAIU. Voronezh: VAIU, 2012. № 4 (11). pp. 85–92.

6. Govoruhin S.A., Mel'nikov V.F., Panov S.A. Podgotovka komp'yuternogo taktiko-special'nogo ucheniya po R`EB s primeneniem sovremennyh uchebno-trenirovochnyh sredstv // Vestnik VUNC VVS «VVA». Voronezh: VUNC VVS «VVA», 2013. № 2. pp. 180–187.

7. Govoruhin S.A., Mel'nikov V.F., Panov S.A. Odin iz podhodov k formalizacii processa prinyatiya resheniya komandirov podrazdeleniya R`EB // Vestnik VUNC VVS «VVA». Voronezh: VUNC VVS «VVA», 2013. № 2. pp. 176–180.

© Говорухин С.А., Панов С.А., 2019

Говорухин Сергей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, доцент 51 кафедры радиоэлектронной борьбы (и технического обеспечения частей РЭБ), 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.

Панов Сергей Анатольевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент 51 кафедры радиоэлектронной борьбы (и технического обеспечения частей РЭБ), 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, Panov.sergey1954@mail.ru.