

УДК 519.816:510.644.4

Е.Б. Смирнов

*Харьковский университет Воздушных Сил им. М. Кожедуба, Харьков*

## МЕТОД УСРЕДНЕНИЯ МНОЖЕСТВЕННОЙ СУБЪЕКТИВНОСТИ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

*Раскрывается метод учета множественных субъективных оценок из системы предпочтений<sup>1</sup> органов управления в иерархической структуре системы управления при подготовке и в ходе ведения боевых действий.*

**Ключевые слова:** боевые действия, система предпочтений, оценка качества принимаемых решений.

### Введение

**Постановка проблемы.** Современные боевые действия готовятся и проводятся с широким применением новых достижений в области информационных технологий. Возрастающие информационные возможности системы управления вооруженными силами создают условия внезапности возникновения угрозы и сокрытия этой информации для стороны, которая стремится угрозу предотвратить. При этом новые возможности по получению больших объемов информации не согласуются с возможностями по ее обработке. Поэтому в таких условиях, используя только имеющийся опыт командиров, трудно выбрать единственно правильное решение, особенно там, где применяются современные силы и средства воздушного нападения, а такт изменения оперативной (боевой) обстановки составляет единицы секунд.

Возникающая неопределенность оперативной (боевой) обстановки вызывает необходимость создания многовариантного замысла боевых действий. Сравнение вариантов из-за значительной субъективной составляющей представляет большую трудность, что является результатом влияния на замысел системы предпочтений участвующих в разработке решения разных органов управления. Кроме того, субъективная оценка качества принимаемых решений в иерархии системы управления усложняют выбор рационального варианта решения на оперативном и стратегическом уровне.

Возникает задача поиска научных методов учета неопределенности и субъективизма в принимаемых решениях на боевые действия.

**Цель статьи.** Поиск путей интеграции задач многофакторной и многокритериальной субъективной оценки качества принимаемых решений в иерархической структуре системы управления.

**Анализ литературы.** Последовательность работы органов управления при подготовке и принятии решений должна соответствовать [3 – 5] требованиям системного подхода (рис. 1). Принятие системного

решения завершается после согласования всего дерева целей по всем вариантам замысла боевых действий.

Сегодня продолжает оставаться неизменным принцип «единственности мозгового центра» командира, которому все подчиненные органы управления собирают информацию для обработки. Командир в соответствии со своей сложившейся системой предпочтений принимает на его взгляд правильное решение. Такой механизм принятия решений ложится в основу построения структуры системы управления, для которой подбираются соответствующие должностные лица с определенным уровнем подготовки.

В противовес этому механизму предполагается применение новых методов и технологий работы с выбором соответствующей структуры систем управления. Под руководством командиров все подчиненные органы управления участвуют в формировании рациональных решений по достижению поставленных целей. Сегодняшнее решение на боевые действия в воздушном пространстве должно включать в себя множество частных решений по организации и огневому поражению, и противовоздушной обороны, и комплексной разведки, и многие другие задачи. Это требует иного подхода к управлению [5] как по вертикали (на всех иерархических уровнях), так и по горизонтали (управление функциональными областями), стратегия становится делом всех членов организации. Человеческий фактор был и остается ключевым фактором успеха функционирования организации, что нашло отражение в принципах управления.

Командир вчера – это руководитель, на которого «работает» вся структура системы управления. Задача подчиненных органов управления создать условия командиру для активизации его творческой деятельности. Результатом этой «работы» является нахождение командиром правильного решения.

Командир сегодня – это руководитель, который «работает» на всю структуру системы управления для того, чтобы подчиненные органы управления на основе принятых ими частных решений могли обеспечить формирование достаточного количества вариантов общего решения. А командир, пользуясь не только своей системой предпочтений (но и системой

<sup>1</sup> Под **системой предпочтений** понимают совокупность взглядов, ценностей, убеждений, интересов, индивидуальных правил и норм, с помощью которых человек сравнивает альтернативы и принимает решение.

предпочтений подчиненных) с использованием научных методов смог бы из всего множества вариантов выбрать тот единственный обоснованный вариант, который и ляжет в основу решения.

Кроме многовариантности замысла боевых действий, в общем решении присутствует фактор многоуровневости (как минимум три уровня) системы управления (рис. 1). На каждом уровне находятся командиры, выбирающие из множества вариантов замысла тот единственный, который по их субъективной системе предпочтений больше отвечает выбранной цели боевых действий.

Как выбрать лучший вариант из множества вариантов решений на горизонтальном уровне, как

согласовать эти варианты на вертикальных уровнях управления, как эффективно учесть множество систем предпочтений командиров в общем иерархическом интегральном решении. Учитывая, что все решения содержат определенный уровень субъективности [2], требуется и соответствующий метод согласования всех оценок.

В данной статье раскрывается так называемый метод множественного усреднения субъективности органов управления в принимаемых решениях. Данный метод уменьшает влияние субъективности в разработке и оценке решений. Именно по этому признаку принимаемые решения приобретают свойство рациональности.

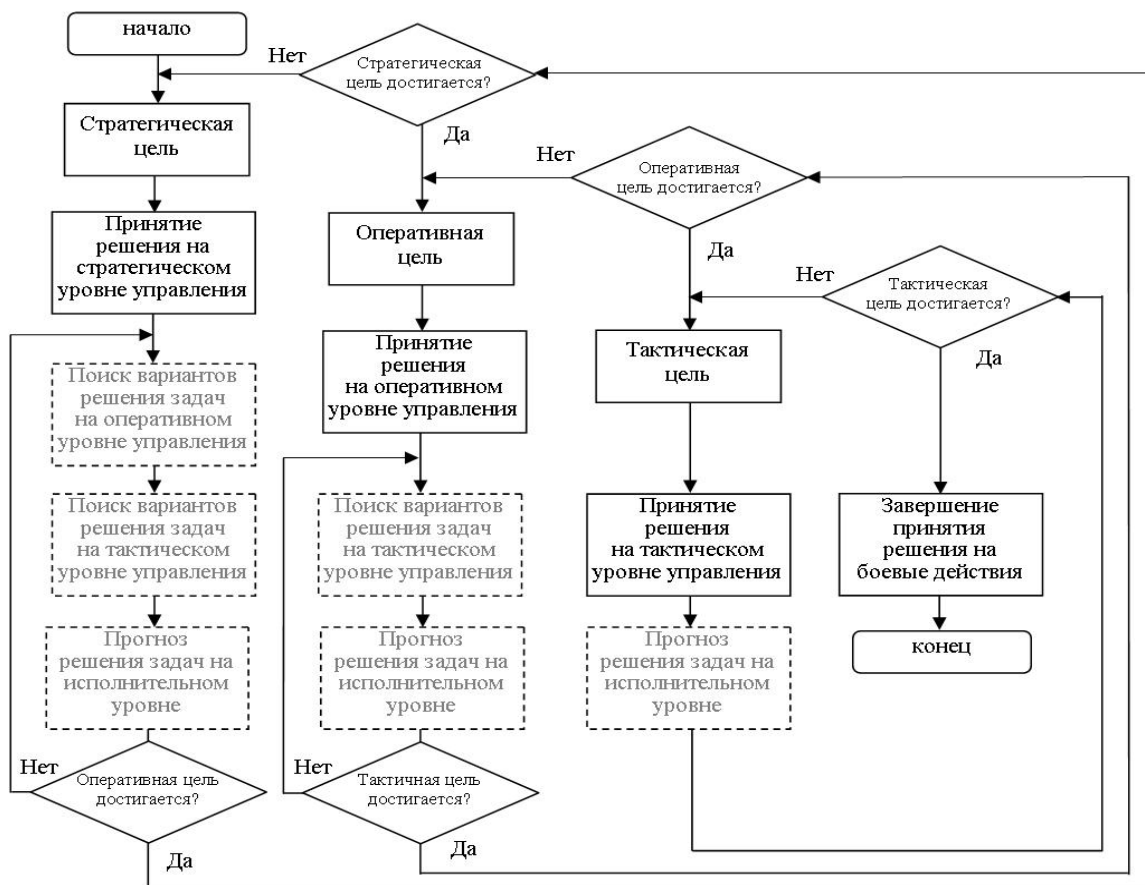


Рис. 1. Реализация принципов системного подхода в процессах принятия решений на боевые действия (показана одна ветвь дерева целей)

Кроме многовариантности замысла боевых действий, в общем решении присутствует фактор многоуровневости (как минимум три уровня) системы управления (рис. 1). На каждом уровне находятся командиры, выбирающие из множества вариантов замысла тот единственный, который по их субъективной системе предпочтений больше отвечает выбранной цели боевых действий.

Как выбрать лучший вариант из множества вариантов решений на горизонтальном уровне, как согласовать эти варианты на вертикальных уровнях управления, как эффективно учесть множество систем предпочтений командиров в общем иерархическом интегральном решении. Учитывая, что все ре-

шения содержат определенный уровень субъективности [2], требуется и соответствующий метод согласования всех оценок.

В данной статье раскрывается так называемый метод множественного усреднения субъективности органов управления в принимаемых решениях. Данный метод уменьшает влияние субъективности в разработке и оценке решений. Именно по этому признаку принимаемые решения приобретают свойство рациональности.

### Изложение основного материала

Метод усреднения множественной субъективности при принятии решений представляет собой

совокупность приемов и операций практического и теоретического решения задач классификации, оценки и сравнения нечеткости суждений человека по отдельным составляющим для объединения их в единое целое, что позволяет рационально учесть влияние каждой составляющей на качество решения. Из применяемых методов оценки субъективности наиболее адекватными являются методы теории нечетких мер и теории нечетких множеств [1].

Пусть каждое решение описывается нечетким множеством составляющих его частей. Например, основным структурным элементом решения является дерево целей (главная цель – оперативные цели – тактические цели), в котором каждая цель имеет свою степень достижения (по вариантам решения).

Частные вопросы: какую тактическую цель можно считать достигнутой; когда оперативную (стратегическую) цель можно считать достигнутой при достижении тактических (оперативных) целей; какое дерево целей считать реализованным?

Реализованность всего дерева целей определяется значением бинарной оценки выполнения решения – выполнено решение или не выполнено.

Однако анализ достижения целей должен начинаться с низовых звеньев системы управления, с тех сил и средств, которые обеспечивают практическое достижение целей. Показатели эффективности боевых действий обязательно связаны с противоборствующей стороной. Против одного противника эффективность может иметь значения большие, против другого противника – меньшие. Зависимость одного от другого очевидна.

Поэтому систему предпочтений органов управления в специальной предметной области целесообразно формировать в абсолютных значениях показателей боевых возможностей тех сил и средств (тех подразделений, частей и соединений), которым ставится задача достижения поставленной цели. Тогда в ходе ведения боевых действий после распознавания действий противника (получения значений его количественных показателей) появится возможность расчета показателей эффективности боевых действий. При этом система предпочтений органа управления в этой предметной области будет включать априорную функцию принадлежности нечеткого множества частных решений, например,  $(\mu_{зрв}(x))$  по построению системы зенитного ракетно-артиллерийского прикрытия (рис. 2). На рис. 2 представлены максимальное ( $x_{max}$ ), минимальное ( $x_{min}$ ) и срединное ( $x_0$ ) значение показателя боевых возможностей, по которым будут оцениваться значения показателей, полученных в ходе ведения боевых действий (моделирования боевых действий). Выбор формы априорной функции принадлежности нечеткого множества решений определяется самим органом управления, что будет зависеть от имеющегося у него опыта, его склонностей, например, к риску или к пессимизму в оценках.

Значения функции принадлежности показателей эффективности к системе предпочтений будут

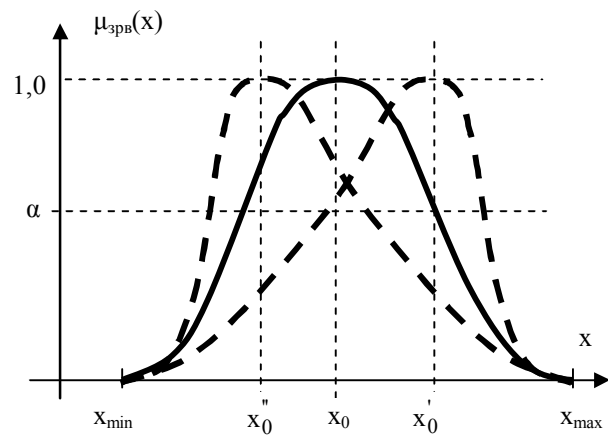


Рис. 2. Варианты априорной функции принадлежности нечеткого множества значений показателей эффективности (например, системы ЗРАП), которые обеспечивают достижение тактической цели (из системы предпочтений органов управления)

сравниваться с уровнем  $\alpha$  (рис. 3), что позволит дать оценку вариантам решений.

В таком случае данный график можно рассматривать как распределение нечеткой меры на данной области определения. Тогда нахождение нечеткого интеграла [1] позволит установить (1) тот уровень функции принадлежности  $\alpha$ , за которым варианты решения из нечеткого множества  $A$  в данной предметной области будут признаваться нерациональными (рис. 3):

$$\alpha = \int_A \mu_{зрв}(x) \circ g = \sup_{a \in [0,1]} (a \wedge g(A \cap H_a)), \quad (1)$$

$$H_a = \{x \mid \mu(x) \geq a\},$$

где  $H_a$  – область определения функции принадлежности, в которой находятся рациональные варианты решений в предметной области.

Операция выбора вариантов решения в данной предметной области является лишь первой частью оценки достижения цели на тактическом уровне управления. Такая операция позволяет выделить фокальное множество рациональных вариантов [1] по многим показателям эффективности.

Если рассмотреть все варианты с учетом многих показателей эффективности, то получится нечеткое множество оценок, сравнить которые можно лишь по нечеткой мере каждого множества.

Так, если вариант достижения  $i$ -й цели на тактическом уровне описать множеством  $T_i = \{x_j, \mu_{T_i}(x_j)\}$ , в котором элементами (рис. 4) являются показатели эффективности ( $x_j$ ) с их функциями принадлежности ( $\mu(x_j)$ ), то событие достижения цели будет определяться мерой необходимости

$$G_H(T_i) = \text{Ness}(T_i) > 0,5. \quad (2)$$

Почему выбирается мера необходимости?

Если полный набор нечетких мер (за исключением вероятностной) включает меры: возможности, правдоподобности, уверенности и необходимости, то более «собирательной» из них является мера необходимости

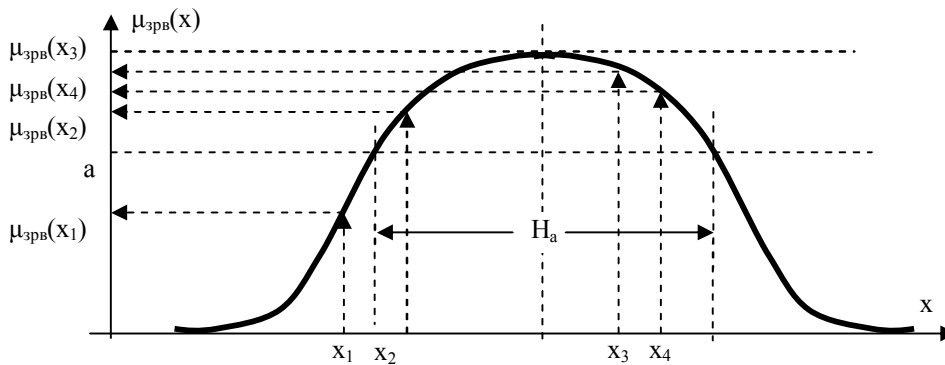


Рис. 3. Порядок получения значения функции принадлежности показателей эффективности по выбранному варианту решения к системе предпочтений органа управления

(как свертка меры правдоподобности и уверенности). Когда в событии есть необходимость? Когда оно правдоподобно и в нем уверены. Однако это реализуется, только когда существует возможность события. Однако нельзя забывать о том, что возможность рассматриваемого события падает, если существует необходимость в противоположном событии [1, 2].

Если бы принятие решения ограничивалось тактическим уровнем, можно было бы сравнить все варианты по мере необходимости и выбрать лучший

из них (как более необходимый).

Но в иерархической системе управления некая совокупность тактических целей обеспечивает достижение определенной оперативной цели (рис. 4). Просто использовать полученные результаты оценок качества вариантов достижения тактических целей было бы неправильным. Необходимо моделирование боевых действий на оперативном уровне, которое проводится с учетом всех вариантов достижения спланированных тактических целей (рис. 1).

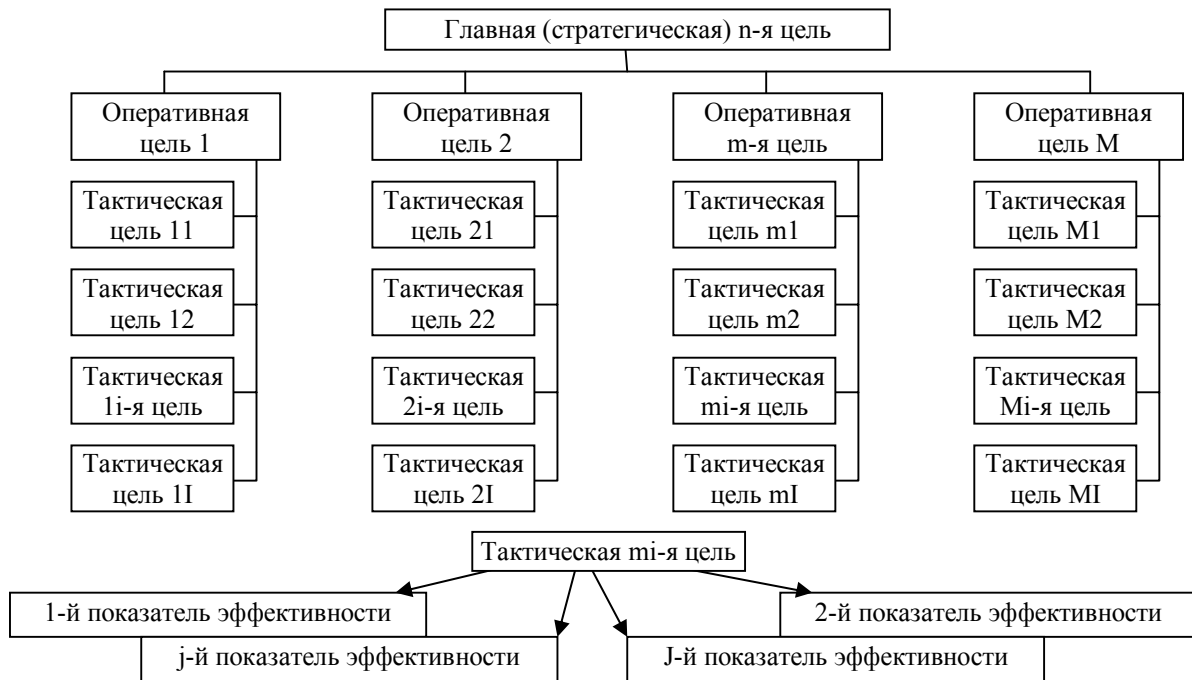


Рис. 4. Индексированная структура дерева целей

При моделировании должны быть учтены все особенности функционирования системы. Такая открытая самонастраивающаяся система, получая информацию извне, позволит органам управления искать пути лучшего взаимодействия, что обеспечит проявление синергетических эффектов. При этом оценки вариантов достижения тактических целей в отдельности могут отличаться от оценок этих же вариантов в системном моделировании (на оперативном уровне), при этом приоритеты вариантов могут также поменяться.

Нечеткое множество тактических целей ( $T_i = \{ \langle x_j, \mu(x_j) \rangle \}$ ) соединяется с множеством оперативных целей

$$(O_m = \{ \langle T_i, G_H(T_i) \rangle \}) \text{ (рис. 4),}$$

где  $m$  – индекс оперативной цели. Нечеткое множество, описывающее оперативную цель ( $O_m(T_i)$ ), состоит из нечетких множеств тактических целей, функцией принадлежности которых является их мера необходимости.

Тогда каждый вариант достижения оперативной цели будет иметь свою меру необходимости

$$G_H(O_m) = \text{Ness}(O_m) > 0,5. \quad (3)$$

Определение меры необходимости достижения оперативной цели для множества вариантов, которые представляют собой нечеткие множества со своей мерой, осуществляется по правилу пересечения нечетких мер, т.е.

$$G_H(O_m) = G_H\left(\bigcap_i T_i\right) = \min(G_H(T_i)). \quad (4)$$

Главная (стратегическая) цель рассматривается в единственном числе, хотя их может быть множество. Эта цель имеет свой индекс (n) и представляет собой нечеткое множество оперативных целей ( $C_n(O_m)$ ). Мера достижения главной цели может быть получена по аналогичной формуле

$$G_H(C_n) = \text{Ness}(C_n) > 0,5. \quad (5)$$

Также определяется и мера необходимости достижения главной цели

$$G_H(C_n) = G_H\left(\bigcap_m O_m\right) = \min(G_H(O_m)). \quad (6)$$

Данный метод усреднения множественной субъективности органов управления при принятии ими решений позволяет на тактическом уровне, где решается успех боевых действий, сформировать конкретные требования к значениям показателей, что в совокупности определяет меру необходимости этих значений для того, чтобы тактическая цель достигалась.

На старших уровнях управления для оценки достижения стратегических и оперативных целей используется мера достижения подчиненных целей. На этих уровнях обязательно проверяются значения показателей эффективности, которые в большинстве своем, как правило, линейно связаны с показателями эффективности на тактическом уровне.

Вполне возможно, что априорная функция принадлежности по определенному показателю (рис. 3) на начальных этапах применения метода не даст требуемого значения меры необходимости ( $G > 0,5$ ). Причина будет заключаться, как правило, в недооценке (или переоценке) органами управления боевых возможностей своих войск (сил) при планировании боевых действий.

Внесение соответствующих изменений в системе предпочтений позволит устранить несогласованность результатов, что является естественным при первой «оцифровке» собственных знаний органов управления.

#### МЕТОД УСЕРЕДНЮВАННЯ МНОЖИННОЇ СУБ'ЕКТИВНОСТІ ОРГАНІВ УПРАВЛІННЯ ПРИ УХВАЛЕННІ РІШЕНЬ

Є.Б. Смірнов

*Розкривається метод обліку множинних суб'єктивних оцінок з системи переваг органів управління в ієрархічній структурі системи управління при підготовці і в ході ведення бойових дій.*

**Ключові слова:** бойові дії, система переваг, оцінка якості ухвалюваних рішень.

#### METHOD OF AVERAGING-OUT OF PLURAL SUBJECTIVITY OF MANAGEMENT ORGANS AT MAKING A DECISION

Ye.B. Smirnov

*The method of account of plural subjective estimations opens up from the system of preferences of organs of management in the hierarchical structure of control the system at preparation and during the conduct of battle actions.*

**Keywords:** battle actions, system of preferences, estimation of quality made a decision.

#### Выводы

Развитие технических и программных средств позволило применить предложенный метод в составе математического и программного обеспечения модели информационно-аналитической системы подготовки и принятия решений, что позволяет строить многовариантность замыслов решений, оценивать эти решения с учетом субъективности системы предпочтений органов управления, а также создавать творческие условия для их работы.

Поскольку решение командира состоит из двух частей, первой из которых является предположение о действиях противника, то данный метод обеспечивает распознавание варианта замысла противника в ходе его действий. Степень распознавания (при моделировании), например, дерева целей действий воздушного противника составляет 60 – 70%.

Научная новизна метода усреднения множественной «субъективности» должностных лиц органов управления при обосновании принимаемых решений заключается в расширении возможностей методов многофакторного, многокритериального анализа по объединению нечетких субъективных суждений на входе системы управления и получению четкого значения этой оценки на выходе системы, что позволяет по показателям эффективности боевых действий принять рациональное решение во всей иерархии многоуровневого управления.

#### Список литературы

1. Бочарников В.П. *Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике* / В.П. Бочарников. – СПб.: Наука, РАН, 2001. – 328 с.
2. Дюбуа Д. *Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике: пер. с фр.* / Д. Дюбуа, А. Прад. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.: ил.
3. *Обработка нечеткой информации в системах принятия решений* / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева и др. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
4. Смірнов Є.Б. *Проблеми прийняття рішень в умовах нестохастичної невизначеності інформації з використанням нечіткої міри* / Є.Б. Смірнов // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2010. – Вип. 2(83). – С. 147-152.
5. *Теорія прийняття рішень органами військового управління: монографія* / В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха, Є.Б. Смірнов та ін.. – Х.: ХУ ПС, 2008. – 545 с.

Поступила в редколлегию 14.10.2010

**Рецензент:** д-р воен. наук, проф. Г.А. Дробаха, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.