

УДК: 623.822.7:358.4

DOI: 10.53816/20753608_2021_3_77

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИТЕРИЕВ РИСКА

QUALITY ASSESSMENT OF AIRCRAFT SYSTEMS USING RISK CRITERIA

Академик РАРАН Г.И. Горчица¹, чл.-корр. РАРАН В.Д. Степанов²

¹РАРАН, ²ОКБ Сухого ПАО «Компания «Сухой»

G.I. Gorchitsa, V.D. Stepanov

В статье анализируются особенности оценки качества авиационных комплексов в ходе их сравнительной оценки, связанные с проблемами формирования интегральных показателей боевой эффективности. Для обеспечения информативности и инвариантности результатов сравнительного анализа авиационных комплексов предлагается переход от интегральной к векторной оценке их качества. Выбор рационального варианта авиационного комплекса предлагается осуществлять при помощи методов принятия решений в условиях неопределенности с использованием критериев риска.

Ключевые слова: авиационный комплекс, расчётная боевая задача, боевая эффективность, боевой потенциал, стоимость жизненного цикла, качество, интегральный показатель.

The article analyzes the features of assessing the quality of aircraft systems in the course of their comparative evaluation, related to the problems of forming integral indicators of combat effectiveness. To ensure informative and invariant results of comparative analysis of aircraft systems a transition from integral to vector assessment of their quality is proposed. The choice of a rational variant of the aircraft system is proposed to be carried out using decision-making methods in conditions of uncertainty using risk criteria.

Keywords: aircraft system, estimated combat mission, combat effectiveness, combat capability, cost of life cycle, quality, integral indicator.

Начальной стадией жизненного цикла любого авиационного комплекса (АК) является его внешнее проектирование (ВП), включающее комплекс научно-исследовательских и опытно-экспериментальных работ, выполняемых научно-исследовательскими организациями заказчика и промышленности, предприятиями оборонно-промышленного комплекса с целью обоснования требований к АК и отработки технологий, обеспечивающих их реализацию [1].

Классическая постановка задачи ВП предполагает поиск такой совокупности тактико-технических характеристик АК (выбор такого варианта АК из множества альтернативных), ре-

ализация которых (которого) обеспечивала бы максимальное значение функции качества АК при выполнении множества ограничений на процессы его создания и применения. Под качеством при этом понимается «совокупность свойств (в том числе меры полезности) продукции, обуславливающих её способность удовлетворять определенные... потребности в соответствии с ее назначением» [2, 3]. В случае с АК речь идет об оперативно-тактических потребностях.

Оценка качества альтернативных вариантов АК при решении задач ВП, как правило, осуществляется с использованием интегрального показателя «эффективность/стоимость». Наи-

большее распространение в настоящее время получил показатель качества вида:

$$K_j = \frac{\overline{W}_j}{C_j}, \quad j = \overline{1, J}, \quad (1)$$

где $\overline{W}_j$ — относительная боевая эффективность (БЭ) j -го варианта АК;

C_j — относительная стоимость жизненного цикла (СЖЦ) j -го варианта АК;

J — количество альтернативных вариантов АК.

В выражении (1) показатель $\overline{W}_j$ представляет собой интегральный показатель БЭ АК, определяемый по зависимости

$$\overline{W}_j = \sum_{i=1}^I v_i \cdot \overline{w}_{ij}, \quad j = \overline{1, J}, \quad (2)$$

где $v_i \left| v_i \leq 1; \sum_{i=1}^I v_i = 1 \right.$ — относительная доля

летного ресурса авиационных формирований, вооруженных сравниваемыми вариантами АК, выделяемого на выполнение i -ой расчетной боевой задачи (РБЗ);

$\overline{w}_{ij} = \frac{w_{ij}}{w_{ib}}$ — относительная боевая эффективность

j -го варианта АК при выполнении i -ой РБЗ;

w_{ij} — боевая эффективность j -го варианта АК при выполнении i -ой РБЗ;

w_{ib} — боевая эффективность базового варианта АК, выбранного для процедуры нормирования;

I — количество РБЗ.

Исследования, проводимые авторами статьи в последнее время, свидетельствуют о том, что

применение интегрального показателя БЭ в ходе сравнительных оценок АК приводит к ряду значительных проблем [4–7]:

– проблеме информативности, связанной с тем, что в результате свертки частных показателей БЭ в интегральный по зависимости (2) теряется существенная информация о преимуществах и недостатках конкретного варианта АК при решении конкретных РБЗ в определенных условиях;

– проблеме инвариантности, заключающейся в зависимости результатов оценки интегральной БЭ от вида частных показателей БЭ АК при выполнении РБЗ и способа их нормирования перед получением средневзвешенной оценки.

С учетом вхождения интегрального показателя БЭ в функцию качества эти проблемы неизбежно проявляются и в ходе комплексного сравнительного анализа АК. Для наглядности изложения материала продемонстрируем это на численном примере. Пусть стоит задача выбора наилучшего по критерию «эффективность/стоимость» варианта АК из трех альтернативных. Исходные данные, характеризующие задачу, приведены в табл. 1.

В таблице приведены:

– относительные доли летного ресурса на выполнение каждой РБЗ;

– частные показатели эффективности вариантов АК при выполнении РБЗ;

– относительные стоимости жизненного цикла вариантов АК.

Исходные данные подобраны таким образом, чтобы отразить «поколенческую» разницу между вариантами АК. Вариант АК-1 может

Таблица 1

Характеристики РБЗ и вариантов АК

Показатели			Варианты АК		
Боевая эффективность	Расчетные боевые задачи	Относительный летный ресурс	АК-1	АК-2	АК-3
	РБЗ-1	0,15	1,0	1,15	3,5
	РБЗ-2	0,15	1,0	1,25	2,4
	РБЗ-3	0,25	1,0	1,45	1,5
	РБЗ-4	0,25	1,0	1,35	1,4
	РБЗ-5	0,2	1,0	1,15	1,25
Стоимость жизненного цикла			1,0	1,25	1,8

рассматриваться как существующий АК, а вариант АК-2 — как его модернизация. Вариант АК-3 в нашем примере предстаёт как перспективный АК, который должен прийти на замену существующим комплексам. Решение задачи ВП в данном случае должно дать ответ на вопрос, что является предпочтительным — модернизация существующего АК или его замена на перспективный?

Проведем комплексный сравнительный анализ альтернативных вариантов АК традиционным способом по зависимости (1). Для этого сначала определим интегральный показатель БЭ АК в соответствии с выражением (2). Результаты данных оценок приведены в табл. 2.

При этом для демонстрации проблемы инвариантности интегральные показатели БЭ получены для различных вариантов нормирования частных показателей эффективности. Для их сопоставления результаты оценок приведены к относительному виду и показаны на рис. 1. Видно, что и в нашем примере проблема инвариантности интегральных оценок БЭ АК проявляется в полной мере. Результаты данных оценок существенным образом зависят от варианта нормирования частных оценок эффективности, а именно от выбора базового АК для приведения частных оценок к относительному виду. Причины этого подробно раскрыты в работе [3].

Кроме того, необходимо обратить внимание на проблему информативности интегрального показателя. В результате свертки частных показателей эффективности для последующего анализа стала недоступной очень важная информация о преимуществах вариантов АК при реше-

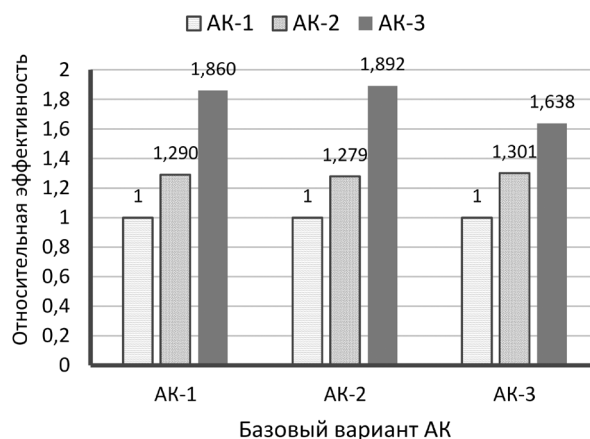


Рис. 1. Зависимость интегральной БЭ от выбора базового АК

нии различных РБЗ. Так, из табл. 1 видно, что «модернизированный» вариант АК-2 обеспечивает значительный прирост эффективности по сравнению с вариантом АК-1 при решении РБЗ-3...5, которые могут в нашем примере рассматриваться как традиционные задачи, не требующие каких-либо новых боевых свойств. При этом при решении РБЗ-1,2, которые могут рассматриваться как особо сложные задачи, связанные с поражением перспективных образцов вооружения противника, прирост эффективности недостаточен. «Перспективный» же вариант АК-3 в силу наличия новых свойств обеспечивает очень высокий рост возможностей при выполнении РБЗ-1,2. Однако его возможности для решения РБЗ-3...5 оказываются избыточными, в результате чего, он обеспечивает совсем незначительный прирост эффективности по сравнению с вариантом АК-2. Интегральный показатель БЭ уже не несет этой информации и свидетельствует об определенном

Таблица 2

Интегральная эффективность вариантов АК

Боевая эффективность	Варианты нормирования частных оценок эффективности								
	базовый АК-1			базовый АК-2			базовый АК-3		
	АК-1	АК-2	АК-3	АК-1	АК-2	АК-3	АК-1	АК-2	АК-3
РБЗ-1	1	1,15	3,5	0,87	1	3,04	0,29	0,33	1
РБЗ-2	1	1,25	2,4	0,80	1	1,92	0,42	0,52	1
РБЗ-3	1	1,45	1,5	0,69	1	1,03	0,67	0,97	1
РБЗ-4	1	1,35	1,4	0,74	1	1,04	0,71	0,96	1
РБЗ-5	1	1,15	1,25	0,87	1	1,09	0,80	0,92	1
Интегральный показатель БЭ	1	1,29	1,86	0,78	1	1,48	0,61	0,79	1

средневзвешенном превосходстве одних вариантов АК над другими.

Завершим комплексную оценку по зависимости (1) путем деления интегрального показателя БЭ на показатель СЖЦ АК. Полученные результаты приведены на рис. 2. Видно, что проблемы информативности и инвариантности интегральных оценок БЭ в полном объеме транслировались на комплексную оценку АК. Во-первых, бросается в глаза крайне незначительная разница в комплексной оценке АК, невзирая на их существенные отличия в боевой эффективности при решении различных РБЗ и СЖЦ.

Помимо классической неопределенности показателей дробного вида (деление малого числителя на малый знаменатель тождественно делению большого числителя на большой знаменатель) это как раз связано с потерей информативности интегрального показателя БЭ, при применении которого никак не анализируются области преимущества различных вариантов АК. Во-вторых, выбор наилучшего варианта АК существенным образом зависит от варианта нормирования частных оценок БЭ. При использовании в качестве базового варианта АК-1 в равной степени конкурируют варианты АК-2 и АК-3. При выборе в качестве базового варианта АК-2 предпочтительным оказывается вариант АК-3, а при выборе в качестве базового варианта АК-3 — вариант АК-2. Результаты комплексного анализа, приведенные на рис. 2, фактически указывают на значительные трудности принятия достоверных решений по выбору наилучшего варианта АК и, соответственно, направлении

военного строительства в рамках традиционной постановки задачи ВП.

В качестве минимально возможной реакции на выявленные проблемы, исследователи при проведении сравнительного анализа альтернативных вариантов АК должны подтвердить устойчивость выбора оптимального варианта АК при всех возможных вариантах нормирования оценок эффективности. А если эта устойчивость не обеспечивается, как в нашем примере?

Выход из данной ситуации, по мнению авторов, лежит в плоскости понимания того, что БЭ АК по своей природе является вектором в пространстве частных оценок эффективности, характеризующим степень его приспособленности к выполнению различных РБЗ в заданных условиях боевого применения [8]. Интегральная форма БЭ является абстракцией, безусловно удобной для анализа результатов и принятия решений, но уже не выполняющей в полном объеме своей основной роли. Но из понимания БЭ АК как вектора, неизбежно следует и понимание качества АК как вектора, поскольку АК различные задачи в различных условиях на самом деле решает с разным качеством. Интегральная форма качества — безусловно необходимая и удобная для принятия решений, но абстрактная форма. Отказаться от ее применения в ходе ВП АК в принципе невозможно, но приходится к её получению можно по-разному.

Идея подхода, излагаемого в настоящей статье, заключается в отказе от свертки частных показателей эффективности и в получении с их помощью векторной оценки качества альтернативных вариантов АК

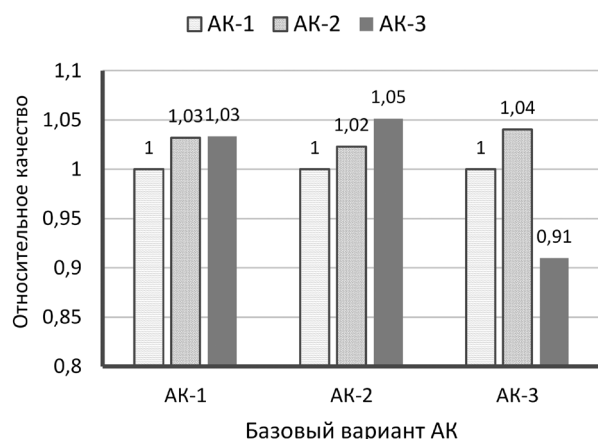


Рис. 2. Зависимость комплексной оценки от выбора базового АК

$$K_j = \{k_{ij}\}, \quad i = \overline{1, I}, \quad (3)$$

где $k_{ij} = \frac{\overline{w_{ij}}}{C_j}$ — качество j -го варианта АК при выполнении i -ой РБЗ.

Оценка качества всех альтернативных вариантов АК в векторной форме позволяет сформировать матрицу качества

$$K = \|k_{ij}\|, \quad i = \overline{1, I}, \quad j = \overline{1, J}. \quad (4)$$

Для нашего численного примера она приведена в табл. 3.

Таблица 3

Матрица качества вариантов АК

Расчетные боевые задачи	Варианты АК		
	АК-1	АК-2	АК-3
РБЗ-1	1,0	0,92	1,94
РБЗ-2	1,0	1,0	1,33
РБЗ-3	1,0	1,16	0,83
РБЗ-4	1,0	1,08	0,78
РБЗ-5	1,0	0,92	0,69

Использование матрицы (4) позволяет заполнить комплексную оценку вариантов АК новым содержанием, отражающим области преимущества каждого альтернативного варианта АК над другими. Это та важная информация, которая теряется в ходе традиционной комплексной оценки. В табл. 3 области преимущества (т.е. задачи, при решении которых вариант АК обеспечивает максимальное по сравнению с другими вариантами качество) показаны тонированными ячейками. Видно, что при выполнении «простых» РБЗ-3...5 преимуществом по критерию «эффективность/стоимость» обладают варианты АК-1,2. При выполнении же «сложных» РБЗ-1,2 безусловным преимуществом обладает вариант АК-3.

Для выбора наилучшего варианта АК с опорой на эту информацию авторы предлагают использовать методы теории принятия решений при неопределенности [9–11]. Для этого матрица (4) рассматривается как матрица решений и вводится показатель риска принятия решений, который характеризует потерю качества выполнения i -ой РБЗ при выборе j -го варианта по сравнению с наилучшим для этой РБЗ вариантом АК:

$$r_{ij} = \frac{K_i^{\max} - K_{ij}}{K_i^{\max}}, \quad (5)$$

где $K_i^{\max} = \max_m K_{im}$, $m = \overline{1, J}$ — максимальное качество, достигаемое при выполнении i -ой РБЗ на множестве альтернативных вариантов АК.

В результате каждый альтернативный вариант АК характеризуется вектором риска

$$\mathbf{R}_j = \{r_{ij}\}, \quad i = \overline{1, I}. \quad (6)$$

В отличие от вектора качества (3), вектор риска обладает большей информативностью, по-

скольку каждая его координата заключает в себе результат сравнения j -го варианта АК с наилучшим для i -ой РБЗ вариантом.

Кроме того, использование показателя риска позволяет решить проблему инвариантности оценок эффективности и качества АК. Это связано с математической формой данного показателя. Если раскрыть выражение (5), то мы получим:

$$\begin{aligned} r_{ij} &= \frac{\max_m \left(\frac{w_{im}}{w_{ib}} \cdot \frac{1}{C_m} \right) - \frac{w_{ij}}{w_{ib}} \cdot \frac{1}{C_j}}{\max_m \left(\frac{w_{im}}{w_{ib}} \cdot \frac{1}{C_m} \right)} = \\ &= \frac{\frac{1}{w_{ib}} \left[\max_m \left(\frac{w_{im}}{C_m} \right) - \frac{w_{ij}}{C_j} \right]}{\frac{1}{w_{ib}} \max_m \left(\frac{w_{im}}{C_m} \right)} = \frac{\max_m \left(\frac{w_{im}}{C_m} \right) - \frac{w_{ij}}{C_j}}{\max_m \left(\frac{w_{im}}{C_m} \right)}. \end{aligned}$$

То есть, показатель риска, в отличие от показателей эффективности и качества, не зависит от численных значений эффективности базового АК, выбранного для процедуры нормирования, и, соответственно, не зависит от способа нормирования (выбора базового АК).

Таким образом, используя зависимость (5), мы от матрицы качества вариантов АК переходим к матрице риска

$$\mathbf{R} = \|\mathbf{r}_{ij}\|, \quad i = \overline{1, I}, \quad j = \overline{1, J}.$$

Для нашего численного примера матрица риска приведена в табл. 4. Нулевые значения риска при выполнении конкретных РБЗ указывают на лидерство варианта АК, обеспечивающего максимальное качество решения этих РБЗ.

Но из всего множества альтернативных вариантов АК нам надо выбрать один наилучший вариант, который по возможности обеспечивал бы максимум качества выполнения всех РБЗ. Эта формулировка только отражает наше стремление и не является строго математической, поскольку и в общем случае и, как видно из табл. 3, 4, в частном случае нашего примера, функции качества выполнения различных РБЗ в разных условиях достигают своего максимального значения на множестве различных вариантов АК. В теории принятия решений способом сведения всех различных задач и условий к одному решению

Таблица 4

Матрица риска вариантов АК

Расчетные боевые задачи	Варианты АК		
	АК-1	АК-2	АК-3
РБЗ-1	0,49	0,53	0
РБЗ-2	0,25	0,25	0
РБЗ-3	0,14	0	0,28
РБЗ-4	0,07	0	0,28
РБЗ-5	0	0,08	0,31

является формулировка и применение принципов предпочтительности, в соответствии с которыми выбирается решение, обеспечивающее гарантированный результат. Выбор того или иного принципа зависит, во-первых, от опыта и предпочтений исследователя, а, во-вторых, от степени неопределенности решаемой задачи.

При проведении комплексного сравнительного анализа альтернативных вариантов АК в ходе ВП неопределенность в основном связана с трудностями достоверного прогноза объема и оперативно-тактических параметров решаемых задач. И, прежде всего, это планируемое распределение летного ресурса по этим задачам.

В условиях высокой неопределенности оперативно-тактических прогнозов предпочтительным является использование принципа минимаксного сожаления, которому соответствует критерий минимаксного риска Сэвиджа. При использовании данного принципа в качестве рационального выбирается такой вариант АК, при применении которого величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации (когда риск максимален):

$$R_S = \min_j \max_i r_{ij}, \quad i = \overline{1, I}, \quad j = \overline{1, J}.$$

В том случае, когда мы доверяем заданному распределению летного ресурса по различным РБЗ, может использоваться критерий Байеса-Лапласа, в соответствии с которым в качестве рационального выбирается такой вариант АК, который обеспечивает минимальное значение взвешенного среднего риска:

$$R_{BL} = \min_j \sum_{i=1}^I v_i \cdot r_{ij}, \quad j = \overline{1, J}.$$

Если минимальные значения критериев R_S и R_{BL} достигаются на одном и том же варианте АК, то это свидетельствует о получении достоверного рационального решения в пространстве данных критериев и позволяет однозначным образом выбрать наилучший вариант АК. Но в общем случае этот результат недостижим.

Оценки вариантов АК в нашем численном примере по критериям R_S и R_{BL} приведены на рис. 3. Видно, что в случае полной неопределенности условий применения АК использование критерия минимаксного риска приводит к выбору варианта АК-3 в качестве рационального. Если же исследователь уверен в полной достоверности расчетных условий для оценки эффективности АК, то применение критерия взвешенного риска приводит к выбору в качестве наилучшего варианта АК-2.

Обеспечить однозначность выбора рационального варианта АК в этих условиях строго математически невозможно, поскольку этот выбор фактически зависит от философских, мировоззренческих взглядов исследователя на изучаемую проблему и условия её решения. Но в качестве весьма перспективного способа решения задачи можно предложить применение комбинированного критерия Ходжа-Лемана, который одновременно опирается и на критерий Сэвиджа, и на критерий Байеса-Лапласа:

$$R_{HL} = \min_j \left[q \cdot \sum_{i=1}^I v_i \cdot r_{ij} + (1-q) \cdot \max_i r_{ij} \right], \quad (7) \\ j = \overline{1, J},$$

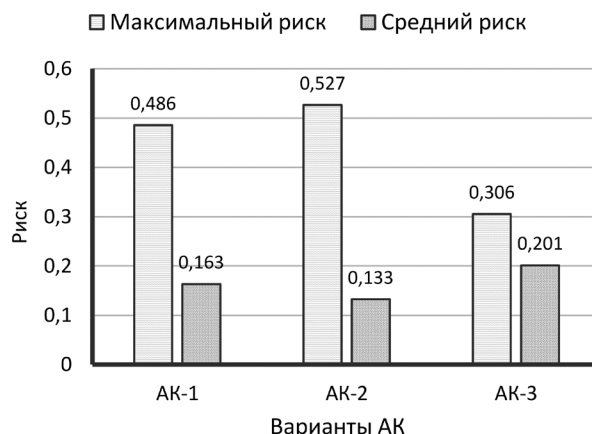


Рис. 3. Оценка вариантов АК по критериям риска

где q — параметр, отражающий степень доверия (определенности) к используемому распределению внешних условий. Если это доверие велико, акцент делается на критерий R_{BL} , в противном случае — на R_S .

На рис. 4 приведены параметрические результаты оценки вариантов АК по критерию R_{HL} в зависимости от степени определенности заданных расчетных условий оценки БЭ. Задание конкретного значения степени определенности расчетных условий обеспечивает однозначный выбор рационального варианта АК. Но мы полагаем, что вряд ли при проведении прогнозных исследований на длительную перспективу кто-то сможет с полной уверенностью определить уровень доверия к исходным данным, принятым при оценке показателей БЭ АК. В этих условиях авторы предлагают не останавливаться на применении критерия R_{HL} для конкретного значения параметра q , а получить обобщенную оценку для всего диапазона значений коэффициента доверия, не зависящую от субъективных оценок степени определенности. Достигается это путем определения функции дефицита качества решения:

$$D_j(q) = R_{HL}^j(q) - R_{HL}^{\min}(q),$$

где $R_{HL}^{\min}(q) = \min_j R_{HL}^j(q)$, $j = \overline{1, J}$ — минимальное значение комбинированного риска при степени определенности q , достигаемое на множестве альтернативных вариантов АК.

Фактически функция дефицита качества решения указывает насколько рассматриваемый

вариант АК хуже некоего идеального варианта, который для всего диапазона степени определенности обеспечивает минимальное значение комбинированного риска. Оценки функций дефицита для сравниваемых вариантов АК приведены на рис. 5.

Обобщенная оценка дефицита качества решения определяется по зависимости

$$D_j = \int_0^1 D_j(q) dq. \quad (8)$$

Дефицит качества решения (9) характеризует собой размер области, учитывающей диапазон степени определенности и увеличение комбинированного риска по сравнению с наилучшим для данного диапазона вариантом АК.

Интегральные оценки вариантов АК по обобщенному показателю (8) приведены на рис. 6. В отличие от комплексных оценок по зависимостям (1) и (2) они указывают на безусловное (почти на порядок) преимущество «перспективного» АК-3 по сравнению с «существующим» и «модернизированным» вариантами АК-1,2. Именно при выборе этого варианта АК обеспечивается минимизация риска, как по своей величине, так и по диапазону определенности внешних условий.

Таким образом, в настоящей статье предложен новый подход к комплексной оценке альтернативных вариантов АК в ходе ВП, основанный на векторном понимании природы боевой эффективности и качества АК. Решение проблем информативности и инвариантности комплексных оценок АК обеспечивается за счёт приме-

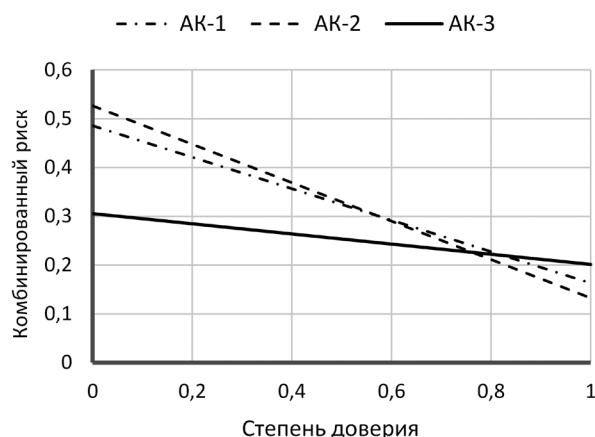


Рис. 4. Оценка вариантов АК по комбинированному риску в зависимости от степени доверия

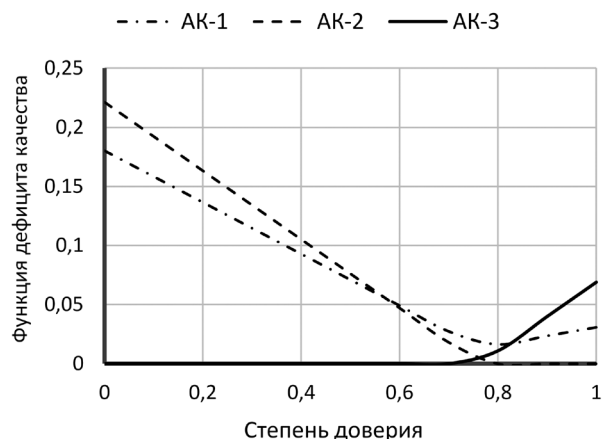


Рис. 5. Зависимость функции дефицита качества решений от степени доверия

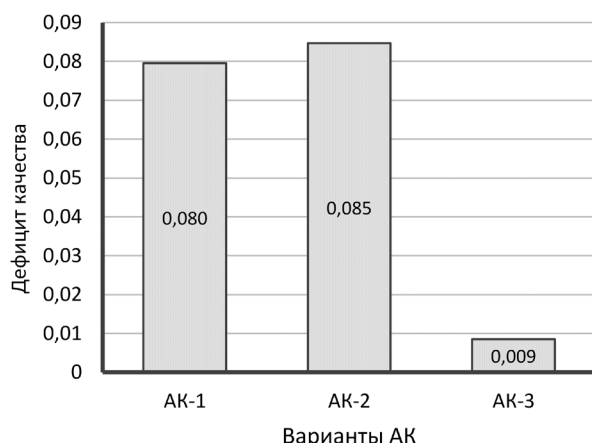


Рис. 6. Оценка вариантов АК по обобщенному показателю дефицита качества решений

нения критериев риска и обобщенного показателя дефицита решения, учитывающего не только численные значения рисков, но и размеры области степени определенности внешних условий, в которых эти риски отличаются от наилучшего решения. Дальнейшее развитие предложенного подхода будет проводиться в направлении формализации проводимых оценок при увеличении количества сравниваемых АК.

Литература

1. Скопец Г.М. Внешнее проектирование авиационных комплексов: методологические аспекты. — М.: ЛЕНАНД. 2017. 344 с.
2. Большой энциклопедический словарь. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Большая Российская энциклопедия; — СПб.: «Норинт». 2004. 1456 с.
3. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. Введ. 1979. 01.07. — М.: СТАНДАРТИНФОРМ. 2009. 22 с.

4. Горчица Г.И., Степанов В.Д. Проблема инвариантности интегральных оценок эффективности авиационных комплексов и пути её решения // Известия РАН. 2020. № 4 (114). С. 48–54.

5. Бонин А.С., Горчица Г.И. О боевых потенциалах образцов ВВТ, формирований и соотношениях сил группировок сторон // Военная мысль. — Москва. 2010. № 4. С. 61–67.

6. Степанов В.Д., Бекетов В.И., Клягин В.А. Особенности применения показателя боевого потенциала при сравнительных оценках авиационных комплексов // Передача, прием, обработка и отображение информации о быстропротекающих процессах. XXX Всероссийская научно-техническая конференция школы-семинара / Сборник статей / под общ. ред. О.Т. Чижевского. — М.: ИД Академии Жуковского. 2019. С. 706–717.

7. Степанов В.Д., Скопец Г.М. О соотношении интегральных и векторных оценок боевой эффективности авиационных комплексов // Военная мысль. — М.: Редакционно-издательский центр МО РФ. 2013. № 12. С. 10–21.

8. Платунов В.С. Методология системных военно-научных исследований авиационных комплексов. — М.: Издательство «Дельта». 2005. 344 с.

9. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. — М.: Наука. 1981. 258 с.

10. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений: Пер. с нем. — М.: Мир. 1990. 208 с.

11. Жуковский В.И., Жуковская Л.В. Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределенности / Под ред. В.С. Молоцова. — М.: Едиториал УРСС. 2004. 272 с.