

УДК 519.816:338.27+004.021

## СПОСОБ ВЫБОРА ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Давыдов А.Д.\* , Дианова Е.В.\*\* , Хмелевой В.В.\*\*\*

*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),  
МАИ, Волоколамское шоссе, 4, Москва, А-80, ГСП-3, 125993, Россия*

*\* e-mail: addavydov1959@gmail.com*

*\*\* e-mail: dandev1977@mail.ru*

*\*\*\* e-mail: khmelevoy@mail.ru*

---

Предлагается методический подход к формированию портфеля приоритетных направлений фундаментальных и прикладных исследований. Методический подход основывается на процедуре экспертного выбора. Сформированы тематически ориентированные вербально-числовые шкалы на группах критериев выбора. Группировка критериев организована по предметно близким признакам, значимым при создании перспективной новой техники. С учетом сложности экспертизы и предполагаемой относительной несогласованности мнений экспертов при оценке значимости отдельных направлений исследований предлагается процедура выбора, основанная на положениях теории слабых сигналов Ансоффа. Реализация предлагаемых подходов ориентирована на использование в системе поддержки принятия решений при создании новых авиационных систем.

*Ключевые слова:* фундаментальные и поисковые исследования, выбор приоритетных направлений исследований, экспертные оценки, вербально-числовая шкала, метод слабых сигналов, авиационные системы.

---

Фундаментальные и поисковые исследования (ФПИ) имеют неоспоримо важное значение в научно-техническом и технологическом развитии страны. В условиях объективной ограниченности ресурсов и значительных рисков при принятии решений выбор приоритетных направлений ФПИ является сложной, трудноформализуемой задачей [1-6].

Как правило, выбор приоритетных направлений ФПИ (ПН ФПИ), предполагается реализовывать на основе экспертных оценок в среде системы поддержки принятия решений [7-11].

В силу сложности решаемых задач выбора целесообразно использовать систему качественных критериев, которая может быть представлена в виде трех-пяти групп от трех до семи критериев в каждой группе в интересах удобного, обозримого и содержательного представления для эксперта (лица,

принимающего решение — ЛПР) информации в достаточном и необходимом объеме.

При необходимости в системе качественных критериев отношения порядка могут быть переведены в отношения в количественной форме, где в качестве метрики обычно используется шкала Харрингтона и функции желательности на ее основе. Построение шкалы Харрингтона является, видимо, наиболее удобным способом определения обобщенного показателя. В диапазоне размерностью в пять делений обычно предлагается следующая шкала: 1,00—0,80 — очень хорошо; 0,80—0,63 — хорошо; 0,63—0,37 — удовлетворительно; 0,37—0,20 — плохо; 0,20—0,00 — очень плохо. При этом содержательное описание шкалы или частных шкал представляется оригинальной задачей в каждой рассматриваемой области.

Ранжирование вариантов в случае значительной размерности множества критериев производится по

синтезируемому экспертом обобщенному критерию, например, в виде свертки с учетом относительной важности критериев в группе и относительной важности группы критериев. Здесь ранжирование критериев реализуется по наборам коэффициентов относительной важности, которые формируются каждым экспертом индивидуально, например, в интересах управления научными исследованиями как инновационными проектами [11, 12].

В ряде работ предлагаются методические положения и принципы формирования тематического портфеля ФПИ, результаты которых могут быть использованы в интересах повышения обороноспособности страны, при преобразованиях в авиационной промышленности, при создании принципиально новых авиационных систем (АС) [7-9, 13-15]. Разработанные на этой основе критерии имеют, в основном, техническую направленность с учетом отдельных экономических ограничений.

Представляется целесообразным сформировать и обособить критерии технико-экономической направленности. Такой подход имеет принципиальное значение для формирования ПН ФПИ в области создания авиационных систем как одной из областей ускоренного инновационного развития, где время-ресурсные ограничения объективно важны. При оценке предпочтительности направлений ФПИ АС системная совокупность таких критериев может иметь самостоятельное значение и использоваться при экспертизе частным, неполным составом экспертов определенной профессиональной ориентации.

В случае обособления технико-экономических критериев возможно профессиональное комментированное описание и вербальных, и числовых значений критериев в группах.

#### Группа 1. Полезность и важность.

1.1. Соответствие основному тренду технологического уклада. Описание трендов может быть оценено экспертами, например, по предлагаемым концепциям развития в их взаимном влиянии (например, RMA [16], SCBIN [17], MCP [18] и др.): 1,00 — соответствует основному тренду в развитие текущего уклада; 0,80 — соответствует производным основного тренда; 0,63 — соответствует производным основного тренда текущего уклада; 0,37 — соответствует производным основного тренда в поддержание текущего уклада; 0,20 — оценка затруднительна.

1.2. Соответствие классам новаций. Соответствие направления ФПИ АС классам новаций (например, по Шумпетеру: базовая, улучшающая) по относительной шкале: 1,00 — базовая новация;

0,80 — имеет признаки базовой новации или улучшающая новация; 0,63 — улучшающая новация; 0,37 — имеет признаки улучшающей новации; 0,20 — отнесение по какому-либо признаку затруднительно.

1.3. Роль направления ФПИ АС в парировании угроз будущих периодов. В качестве основных угроз будущих периодов в деятельности возможно рассматривать такие (внешние) угрозы, как угрозы технологического отрыва, угрозы длительного глобального доминирования, угрозы выхода из паритета по основным стратегическим и тактическим компонентам АС. Предложение подразделения угроз по уровням: угрозы макроуровня (на уровне военно-политических союзов, военно-технического сотрудничества, межгосударственные программы); мезоуровня (на уровне государства: государственный оборонный заказ, федеральные целевые программы, межведомственные программы); микроуровня (на уровне ведомственном уровне: планы отраслей и предприятий): 1,00 — безусловная: для парирования (глобальных, кратковременных) угроз макроуровня; 0,80 — существенная: для парирования (глобальных, кратковременных) угроз мезоуровня; 0,63 — значительная: для парирования (локальных) угроз микроуровня; 0,37 — весомая: для парирования неформализуемых угроз; 0,20 — оценка затруднительна.

1.4. Роль направления ФПИ АС для ведения состязательной конкуренции в трех режимах. Режим-1: упреждение — реализация объективно имеющегося опережения конкурентов в развитии. Режим-2: сопровождение — симметричное развитие. Режим-3: слежение — допущение контролируемого запаздывания в развитии по объективным или организуемым причинам. Предлагаемые оценки: 1,00 — реализует упреждающее развитие тренда; 0,80 — реализует сопровождение тренда; 0,63 — реализует элементы сопровождения тренда; 0,37 — реализует слежение тренда; 0,20 — реализует элементы слежения тренда.

1.5. Роль направления ФПИ АС для регулирования конфликтов. Могут быть предложены различные классификации и признаки подразделения конфликтов. Здесь может быть предложена классификация, основанная на военной доктрине РФ: конфликты глобальные, региональные, локальные войны и вооруженные конфликты. Предлагаемые оценки: 1,00 — безусловная: для регулирования угроз глобальных конфликтов различных типов; 0,80 — существенная: для регулирования угроз региональных конфликтов различных типов; 0,63 — значительная: для регулирования угроз локальных

конфликтов; 0,37 — весомая: для регулирования вооруженных конфликтов; 0,20 — оценка затруднительна.

1.6. Роль направления ФПИ АС в обеспечении системной целостности АС в динамике. Сбалансированное в перспективе развитие систем и образцов машин по связным отраслям. Предлагается акцентировать оценки развития в динамике с учетом специфики морального износа в рассматриваемой области. Предлагаемые оценки: 1,00 — развивает системную целостность АС по структуре и составу; 0,80 — обеспечивает существующую системную целостность АС по составу; 0,63 — поддерживает целостность существующих АС по моральному износу при вариативном составе и структуре; 0,37 — способствует целостности существующих АС по моральному износу при относительно постоянном составе и структуре; 0,20 — оценка затруднительна.

1.7. Значение направления ФПИ АС в обеспечении инновационного развития промышленности. Возможности для охранения и развития инновационного потенциала разрабатывающих предприятий промышленности, научных и образовательных учреждений в государственной системе. Предлагаемые оценки: 1,00 — высокая: имеет результатом создание новых научно-технических заделов в рассматриваемой области; 0,80 — относительно высокая: имеет результатом развитие научно-технических заделов в рассматриваемой области; 0,63 — средняя: направлена на актуализацию существующих заделов; 0,37 — ниже средней: направлена на поддержание инновационного потенциала; 0,20 — оценка затруднительна.

1.8. Возможность реализации в рамках современной стратегии социально-экономического развития, в том числе национальной безопасности. Соответствуют основным положениям стратегии, положениям нормативных актов и представлениям о характере отклика на угрозы национальной безопасности. Предлагаемые оценки: 1,00 — полностью соответствует основным положениям и принципам; 0,80 — направлена на реализацию основных положений и принципов; 0,63 — в основном соответствует основным положениям и принципам; 0,37 — направлена на реализацию отдельных положений; 0,20 — оценка затруднительна.

1.9. Позиционирование по управлению динамикой развития АС, например технологического развития. Возможны варианты переходов в corteж состояний «упреждение — сопровождение — слежение». Здесь под упреждением следует понимать реализацию объективно имеющегося опережения конкурентов в развитии, под сопровождением —

адекватное, симметричное развитие, «отклик», под слежением — допущение контролируемого запаздывания в развитии. Предлагаемые оценки: 1,00 — необходимо упреждение, абсолютная мотивация; 0,80 — целесообразно упреждение, частичная мотивация; 0,63 — требуется сопровождение, достаточно сопровождения; 0,37 — возможно лишь слежение, достаточно лишь слежения; 0,20 — оценка затруднительна.

Группа 2. Ресурсоемкость и ресурсообеспеченность.

2.1. Длительность проведения работ. Экспертная ориентировочная оценка сроков работ по направлению ФПИ АС относительно сроков, заявляемых в инициативных работах, включая информационные материалы. Предлагаемые оценки: 1,00 — сроки обоснованны, но необходимо ускорение; 0,80 — сроки обоснованны и достаточны; 0,63 — сроки оптимистично занижены; 0,37 — сроки пессимистично завышены; 0,20 — сроки не обоснованны.

2.2. Финансовая емкость. Представляет собой синтетическую оценку: затрат на реализацию направления ФПИ АС, например с учетом технических характеристик предшественников, технических характеристик зарубежных аналогов, требуемых технических характеристик; возможности финансирования как межведомственной работы, в том числе в рамках Федеральных целевых программ; перспективной возможности государственно-частного партнерства; возможности диверсификации результатов направления ФПИ АС. Предлагаемые оценки: 1,00 — не предполагается затруднений в финансировании направления ФПИ АС; 0,80 — затраты представляются теоретически обоснованными; 0,63 — затраты обоснованы и согласованы; 0,37 — предполагаются существенные затруднения при финансировании направления; 0,20 — оценка затруднительна.

2.3. Финансовая обеспеченность. Оценка затрат, которые могут быть выделены на реализацию мероприятий по направлению ФПИ АС. Предлагаемые оценки: 1,00 — высокая: обоснованность приоритетного финансирования; 0,80 — выше средней: частичная обоснованность приоритетного финансирования; 0,63 — средняя: возможность корректировки финансирования в сторону понижения; 0,37 — ниже средней: обоснованность решений о «максимальной минимизации» финансирования; 0,20 — низкая: обоснованность финансирования «по остаточному принципу».

2.4. Кадровая обеспеченность. Оцениваются, например: наличие коллективов, имеющих признанные результаты в профессиональной области; наличие научных школ в РАН и/или в высшей

школе; наличие образовательных программ в системе высшего и профессионального образования. Предлагаемые оценки: 1,00 — имеются динамичные коллективы; 0,80 — имеются научные школы; 0,63 — имеются профильные организации; 0,37 — имеются отдельные ученые или научные группы; 0,20 — вновь создаваемый коллектив.

2.5. Обеспеченность научными результатами. Оценивается, например наличие патентов, авторских свидетельств, публикаций, монографий, диссертаций. Также целесообразно учитывать наличие и форму защиты интеллектуальной собственности, ее доступность и статус владельца исключительных прав собственности. Предлагаемые оценки: 1,00 — высокая: наличие и доступность; 0,80 — выше средней; 0,63 — средняя; 0,37 — ниже средней; 0,20 — низкая, требуется системная оценка.

2.6. Системная готовность к реализации планируемых результатов. Экспертная оценка готовности к реализации в промышленности и в эксплуатации получаемых результатов по направлению ФПИ АС, например прогноз наличия технологий, производственных мощностей, подготовленность эксплуатационной базы и т.д. Предлагаемые оценки: 1,00 — высокая: достаточность по предприятиям авиационной промышленности и эксплуатирующим организациям; 0,80 — выше средней: достаточность либо в промышленности, либо в эксплуатации; 0,63 — средняя: потребуются корректировка тренда либо в промышленности, либо в эксплуатации; 0,37 — ниже средней: потребуются корректировка тренда и в промышленности, и в эксплуатации; 0,20 — низкая: предвидятся существенные затруднения и в промышленности, и в эксплуатации.

2.7. Возможность реализации в конкурентной среде при заявленных разработчиком направления ФПИ АС время-ресурсных ограничениях. Наличие монополии, олигополии или совершенной конкуренции (например, более трех организаций-поставщиков научной продукции). Предлагаемые оценки: 0,20 — нет объективных данных; 0,37 — начало монополии; 0,63 — монополия; 0,80 — олигополия; 1,00 — совершенная конкуренция.

### Группа 3. Устойчивость и управляемость.

3.1. Устойчивость развития по экономическим циклам. Прогнозная экспертная комплексная оценка устойчивости (естественной или организуемой) по экономическим циклам различной периодичности (цикл Кондратьева, ритм Кузнецца, цикл Жюгляра, цикл Китчина, «инновационная пауза» Полтеровича) по ресурсной обеспеченности как зависимость от внешней среды. Предлагаемые оценки: 1,00 — устойчивая динамика, зависимость

от циклов не идентифицируется; 0,80 — устойчивая динамика «в среднем», слабая зависимость от циклов; 0,63 — средняя устойчивость, потребуются корректирующие воздействия; 0,37 — устойчивость ниже среднего, потребуются существенные воздействия; 0,20 — низкая устойчивость, объективность паузы в развитии направления.

3.2. Возможность управления рисками. Вес направления ФПИ с экспертной оценкой управляемости, например по планируемым целевым индикаторам в перспективе. Предлагаемые оценки: 1,00 — получение положительного результата; 0,80 — требуется подтверждение результата; 0,63 — требуется продолжение работ; 0,37 — получение отрицательного результата; 0,20 — оценка затруднительна.

Для ранжирования направлений при формировании портфеля приоритетных направлений ФПИ АС может быть предложен подход, синтезирующий традиционный подход, основанный на прямой экспертизе с последующей обработкой экспертных данных, и подход, основанный на методах теории «слабых сигналов» Ансофа [19, 20]. Такой синтезированный подход позволяет учесть несогласованность высоких оценок отдельных направлений ФПИ АС отдельными экспертами с высоким рейтингом, избежать сложных продолжительных процедур согласования мнений.

При проведении сложной комплексной экспертизы, к которой относится экспертиза приоритетных направлений ФПИ АС, бывает затруднительным решение такой противоречивой задачи, как выявление согласованного мнения и, одновременно, выявление оригинальных суждений. Оригинальные суждения могут иметь существенное значение при выявлении прорывных перспективных ФПИ. Такие оригинальные суждения, например, образуются мнениями экспертов с высоким уровнем компетентности и с высокой медианной оценкой их суждений при относительной рассогласованности мнений с мажоритарной группой экспертов.

Целью настоящей работы является оценка экспертами предлагаемых направлений ФПИ АС по технико-экономическим критериям для формирования ПН ФПИ в интересах создания принципиально новых образцов АС в их системной целостности.

Сущность задачи состоит в выборе направлений ФПИ как портфеля новаций в интересах создания принципиально новых образцов с учетом особенностей и специфики принятия технико-экономических решений на основе перспективных требований к целям и задачам, прежде всего оборонного комплекса, ресурсных и временных требований к

системам поддержки принятия решений (СППР) по формированию приоритетных направлений ФПИ.

Выходная информация предназначена для принятия решений по составу ПН ФПИ. Она передается, как правило, в уполномоченное подразделение для хранения и последующего использования, в том числе, для проведения аналогичных работ.

Обратим внимание на отдельные требования по организации сбора, преобразования данных и передачи в обработку выходной информации.

Предложения по ПН ФПИ оцениваются экспертами как портфель специализированных новаций по сформированному адаптируемому, модифицируемому, ограниченному перечню критериев, позволяющему реализовать ранжирование предложений как в количественной, так и в качественной форме: в числовых и качественных шкалах.

Источниками информации по формированию перечня новаций могут являться специализированные базы данных, содержащих пояснительные записки или их аналоги, патентные исследования, проводимые в НИР, а также предварительно отобранные данные по государственной регистрации НИР, представляемые, например, в ЦИТИС, ВИНИТИ, Роспатент.

Источниками данных по ресурсным и временным требованиям являются специализированные базы данных, а также другие доступные данные, обзоры, прогнозы и пр. (Минпромторг, Минэкономики, Минфин, Минобрнауки), прежде всего прогнозы социально-экономического развития страны.

Для описания алгоритма выбора на основе предлагаемого подхода введем следующие обозначения:

$i = \{1, \dots, I\}$  — одномерный массив целых чисел — нумерованный перечень рассматриваемых направлений ФПИ:  $i$  — индекс текущего направления ФПИ;  $I$  — заданное число;

$k = \{1, \dots, K\}$  — одномерный массив целых чисел — упорядоченный перечень критериев, по которым эксперты проводят оценку предложения:  $k$  — индекс текущего критерия;  $K$  — заданное число;

$v(k, m, i) = \{v^{km}_i\}$  — трехмерный массив неотрицательных вещественных чисел — множество значений  $k$ -го критерия для  $i$ -го направления ФПИ по мнению эксперта  $m$ ;

$m = \{1, \dots, M\}$  — одномерный массив целых чисел — упорядоченный перечень, идентифицирующий экспертов, проводящих экспертизу:  $m$  — индекс эксперта;  $M$  — заданное число.

Предполагается, что каждый эксперт дает оценку каждого критерия, т.е.  $v(k, m, i)$  имеет значение для любых сочетаний  $(k, m, i)$ ;

$Q(m) = \{Q^m\}$  — одномерный массив вещественных чисел — рейтинг эксперта, привлекаемого к проведению экспертизы: вычисляемые или заданные руководителем экспертизы данные. Рейтинги экспертов могут быть заданы на основе принятых к использованию методик или оценены организатором экспертизы. При этом в дальнейшем здесь принято, что рейтинг эксперта суть число в диапазоне  $[0,7; 1,0]$  с шагом 0,5. Рейтинги, полученные как входная информация, требуется привести в рассматриваемому диапазону;

$w(k, m) = \{w^{km}\}$  — двумерный массив вещественных чисел — коэффициенты, характеризующие относительную важность  $k$ -го критерия по оценке  $m$ -го эксперта, при этом выполнены нормирующие условия:

$$w^{km} \in [0; 1], \sum_k w^{km} = 1 \text{ для всех } m, \quad (1)$$

где  $ww(k, m) = \{ww^{km}\}$  — двумерный массив целых чисел — мажоритарная выборка из массива  $\{w^{km}\}$ : массив доверительных коэффициентов относительной важности, выбираемый как ступенчатая функция по правилу:

$$\begin{aligned} ww^*(k, m) &= 1, \text{ если } w(k, m) \geq w_{\min}(k, m); \\ ww^*(k, m) &= 0, \text{ если } w(k, m) < w_{\min}(k, m), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $w_{\min}(k, m)$  — нижняя оценка коэффициента относительной важности  $k$ -го критерия, нормативно задаваемая организатором экспертизы, опосредованно характеризующая значимость мнения  $m$ -го эксперта относительно  $k$ -го критерия и обеспечивающая относительную релевантность критериев. Критерии, относительная важность которых, по мнению эксперта, незначительна (меньше  $w_{\min}(k, m)$ ) во внимание не принимаются при обработке результатов, сформированных данным экспертом. Значения доверительных коэффициентов из мажоритарной выборки целесообразно скорректировать так, чтобы выполнялось условие нормировки

$$\sum_k ww^{km} = 1 \text{ для всех } m, \quad (3)$$

для чего долю коэффициентов относительной важности, не попавших в выборку, необходимо распределить по коэффициентам из мажоритарной выборки пропорционально их значениям, а именно:

$$ww(k, m) = w(k, m)(1 + \Delta w(k, m));$$

$$\Delta w(k, m) = \frac{\sum_k (|1 - ww^*(k, m)| w(k, m))}{\sum_k (ww^*(k, m) w(k, m))}. \quad (4)$$

Сводный коэффициент относительной важности  $k$ -го критерия ( $wk(k) = wk^k$ ) в целом по группе экспертов может быть рассчитан как средневзвешенная оценка с учетом рейтинга эксперта:

$$wk^k = \frac{\sum_m Q_m ww^{km}}{\sum_m Q_m}. \quad (5)$$

На основе этих данных может быть получено среднее значение оценки  $i$ -го направления ФПИ по  $k$ -му критерию, выбираемое здесь как среднее арифметическое значений оценок экспертов  $i$ -го направления ФПИ с учетом рейтинга эксперта. Обозначим его как  $MI_i^k$ . Тогда

$$MI_i^k = \frac{\sum_m Q_m v_i^{km}}{\sum_m Q_m}. \quad (6)$$

Далее может быть получено значение дисперсии  $DI_i^k$ , служащее основанием для оценки меры согласованности суждений экспертов:

$$DI_i^k = 1/M \cdot \sum_m |MI_i^k - v_i^{km}|. \quad (7)$$

Обобщенной мерой могут служить индекс важности (CI — Core Index) и индекс согласованности (DI — Concordance Index), определяемые для  $i$ -го направления ФПИ по средним значениям ( $MI_i^k$ ) и дисперсии ( $DI_i^k$ ) по всем критериям  $k$  с учетом важности критерия по мажоритарной выборке  $ww^{km}$ :

$$CI(i) = CI_i = \sum_k wk^k MI_i^k;$$

$$DI(i) = DI_i = \sum_k wk^k DI_i^k. \quad (8)$$

Таким образом, получены два показателя, характеризующих мнения экспертов относительно  $i$ -го направления ФПИ.

Для принятия последующих решений целесообразно представить рассматриваемые направления как портфели рациональных направлений ФПИ переменной размерности с выбором недоминируемых портфелей.

Выбор здесь реализуется по последовательно применяемым критериям. При этом портфель со-

стоит из четырех условных групп (ФПИ-1, ФПИ-2, ФПИ-3, ФПИ-4), которые описываются следующим образом.

1. ФПИ-1 представляют собой направления с высокой оценкой экспертов (индекс важности направления не менее наперед заданного организатором экспертизы) при высоком уровне их согласия (уступка по индексу согласованности не более наперед заданного организатором экспертизы):

$$\text{ФПИ-1: } (\sum_i CI_i \geq CI^{fix1}) \ \&$$

$(DI_i \leq DI^{fix1}$  для всех  $i$  из портфеля с общим числом направлений  $I^{*(1)}$ ).

2. ФПИ-2 представляют собой направления с относительно высокой оценкой экспертов при относительно большой рассогласованности мнений экспертов:

$$\text{ФПИ-2: } (\sum_i CI_i \geq CI^{fix2}, \sum_i CI_i \leq CI^{fix1}) \ \&$$

$(DI_i \geq DI^{fix1}$  для всех  $i$  из портфеля с общим числом направлений  $I^{*(2)}$ ).

3. ФПИ-3 суть направления, по которым имеется относительная согласованность мнений при невысокой оценке индекса важности относительно ФПИ-1.

4. ФПИ-4 — группа направлений с существенно низким уровнем важности имеет также значительную согласованность мнений (следует из определений CI и DI) и в дальнейшем может не рассматриваться.

Портфель ПН ФПИ может быть сформирован при определении числа  $I^*$  приоритетных направлений ФПИ:

— если  $I^{*(1)} > I^*$ , то в портфель отбираются первые  $I^*$  номеров из части 1 ФПИ (высокий уровень важности при высоком уровне согласованности);

— если  $I^{*(1)} \leq I^*$ , то в портфель отбираются все направления из части 1 и первые  $(I^* - I^{*(1)})$  номеров из части 2 ФПИ (относительно высокий уровень важности при относительно высоком рассогласовании мнений).

В силу предположения, что рассматриваемых направлений ФПИ значительно больше, чем число направлений, отбираемых как приоритетные направления ФПИ, случай  $I^{*(1)} + I^{*(2)} \leq I^*$  считается ошибкой и подлежит уточнению, т.е. направления из третьей и четвертой групп (ФПИ-3 и ФПИ-4) не рассматриваются.

Предлагаемая процедура может рассматриваться как неединственная.

Настоящая задача рассматривается как базовая в комплексе СППР по формированию ПН ФПИ.

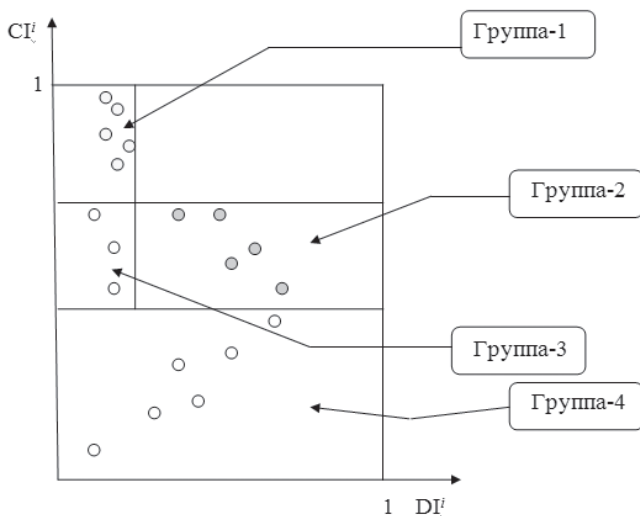
Входной информацией для решения поставленной задачи является:

- перечень направлений ФПИ, принятый к рассмотрению;
- перечень критериев выбора ПН ФПИ;
- перечень экспертов, задействованных в проведении экспертизы и их рейтинги;
- массив минимальных значений (нижняя оценка) коэффициентов относительной важности критериев —  $w_{\min}(k, m)$ ;
- максимальное значение индекса согласованности ( $CI^{fix1}$ ), допускаемое при выборе направлений с учетом индекса важности при относительно высокой согласованности;
- минимальное значение индекса согласованности ( $CI^{fix2}$ ), допускаемое при выборе направлений с учетом индекса важности, и индекса согласованности;
- максимальная уступка по индексу согласованности ( $DI^{fix1}$ ) при выборе направлений по индексу важности.

Выходную информацию целесообразно представить в четырех группах, которые могут быть графически представлены в двумерном пространстве « $CI^i$ ;  $DI^i$ » направлений ФПИ  $\{i\}$ .

Целесообразно выделить группу-1, где при высоком индексе важности  $CI^i$  имеет место высокая согласованность мнений экспертов. Также целесообразно выделить группу-2, где при относительно высоком уровне важности существует определенная рассогласованность мнений экспертов, в которой есть особое мнение, выраженное некоторым числом авторитетных экспертов.

Группа-3 представляет собой альтернативное группе-2 предложение по включению в портфель



Графическое представление данных для принятия решения по формированию портфеля приоритетных направлений ФПИ АС

ФПИ, отражающее согласованное мнение относительно большой группы экспертов.

Группа-4 представляет собой направления ФПИ, по которым имеется согласованное мнение о невысокой важности направлений, либо особое мнение выражено экспертами с относительно невысоким авторитетом.

Пример представления выходной графической информации дается на рисунке.

**Выводы**

Специфика оценки ФПИ АС имеет свойством существенную длительность проведения экспертиз в привлекаемых организациях и не предполагает ни многотуровых согласований, ни пересмотра состава экспертов для улучшения согласования оценок. Предлагаемый подход позволяет принимать обоснованные решения в ограниченные сроки на основе авторитетных независимых экспертных оценок. Практика применения процедур экспертного выбора приоритетных направлений при ограниченности ресурсов показывает уязвимость применения только метода прямой экспертизы, так как особое мнение даже авторитетных экспертов относительно отдельных направлений, отличное от мнения основной группы экспертов, не оказывает существенного влияния на формирование портфеля приоритетных направлений. При этом в числе не поддержанных на ранних этапах формирования могут быть направления, имеющие существенное значение для обеспечения безопасности страны. Предлагаемый подход позволяет обратить внимание ЛПР на такие направления ФПИ АС и может быть реализован в среде СППР.

*Статья подготовлена при финансовой поддержке РГНФ. Грант № 15-02-00478.*

**Библиографический список**

1. Буренок В.М., Погребняк Р.Н., Скотников А.П. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения. — М.: Машиностроение, 2010. — 368 с.
2. Буренок В.М. Эволюция и перспективы программно-целевого планирования развития системы вооружения Российской Федерации // Вооружение и экономика. 2012. № 4(20). С. 6-19.
3. Буренок В.М. Направления совершенствования методической базы обоснования проекта новой государственной программы вооружения // Вооружение и экономика. 2013. № 1(22). С. 3-7.
4. Буравлев А.И., Буренок В.М. Методические основы обоснования количественных параметров вооруженных сил по критерию «эффективность-стоимость» // Вооружение и экономика. 2014. № 4 (29). С. 73-92.

5. Викулов С.Ф. Экономика военного строительства: эволюция взглядов на проблемы, методы, решения. — М.: Изд. группа «Граница», 2013. — 454 с.
6. Экономика военного строительства: новая парадигма / Под ред. д.э.н, проф. Лавринова Г.А.; д.э.н., проф. Викулова С.Ф. — Ярославль: ИПК «Литера», 2008. — 423 с.
7. Борисенков И.Л., Смирнов И.Л., Лясковский В.Л. Методика выбора состава исследований на основе унифицированных процедур // Компетентность. 2013. №3. С. 6-11.
8. Борисенков И.Л., Смирнов И.Л., Лясковский В.Л. Методика выбора состава исследований на основе унифицированных процедур // Компетентность. 2013. №4. С. 50-58.
9. Борисенков И.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю. Методика формирования портфеля фундаментальных и поисковых исследований с учетом прогнозируемых угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере // Вооружение и экономика. 2014. № 3 (28). С. 12-19.
10. Куприн И.Л., Давыдов А.Д. Актуальные вопросы разработки системы поддержки принятия военно-экономических решений // Авиация и космонавтика-2013. Материалы 12-й международной конференции. — М.: МАИ, 2013. С. 551-552.
11. Куприн И.Л., Давыдов А.Д., Виноградов С.М. Проблемы экономико-математического моделирования перспектив развития модульных ракетных комплексов // Вестник Московского авиационного института. 2008. Т. 17. № 4. С. 197-201.
12. Мельникова Г.В. Прогнозирование инноваций. — М.: Изд-во МАИ, 2008. — 84 с.
13. Канащенков А.А., Канащенков А.И., Новиков С.В. Проблемы структурных преобразований современных корпораций и предприятий // Вестник Московского авиационного института. 2016. Т. 23. № 2. С. 217-227.
14. Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю. Методика оценки компетентности экспертов в процессе формирования предложений в проекты программных документов // Вооружение и экономика. 2013. Т. 24. № 3. С. 54-59.
15. Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Реулов Р.В. Методический подход к обоснованию рационального тематического перечня фундаментальных и поисковых исследований при формировании программ развития ВМФ России // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2014. Т. 7. № 2. С. 10-16.
16. Фарамазян Р.А., Борисов В.В. Трансформация военной экономики: XX — начало XXI века. — М.: Наука, 2006. — 342 с.
17. Малинецкий Г.Г. Технологии будущего и вооружения России // Стратегическая стабильность. 2014. Т. 69. № 4. С. 21-29.
18. Куприн И.Л., Давыдов А.Д., Тихонов И.П. Менеджмент развития высокотехнологичных комплексов. Кн. 1: Основы системной методологии выбора предпочтительных альтернатив летательных аппаратов. — М.: Доброе слово, 2015. — 136 с.
19. Ансофф И. Стратегическое управление: Сокр. пер. с англ. / Науч. ред. и авт. предисл. Л.И. Евенко. — М.: Экономика, 1989. — 519 с.
20. Бруммер В., Коннола Т., Сало А. Многообразие в Форсайт-исследованиях. Практика отбора инновационных идей // Форсайт. 2010. Т. 4. № 4. С. 56-68.

## FUNDAMENTAL AND EXPLORATORY RESEARCH PRIORITIES SELECTION METHOD

**Davydov A.D.\* , Dianova E.V.\*\* , Khmelevoi V.V.\*\*\***

*Moscow Aviation Institute (National Research University),  
MAI, 4, Volokolamskoe shosse, Moscow, A-80, GSP-3, 125993, Russia*

\* e-mail: [addavydov1959@gmail.com](mailto:addavydov1959@gmail.com)

\*\* e-mail: [dandev1977@mail.ru](mailto:dandev1977@mail.ru)

\*\*\* e-mail: [khmelevoy@mail.ru](mailto:khmelevoy@mail.ru)

### Abstract

The paper suggests methodological approach to fundamental and research priorities portfolio forming. Such an approach is based on expert selection procedure. The authors formulated thematically oriented verbal and numerical scales for qualitative selection criteria groups. This criteria grouping is organized according to

thematically similar features, significant while new perspective aircraft systems design.

Due to the complexity of solved selection tasks it is reasonable to implement quality criteria system, described by 3-5 criteria groups with 3 to 7 criteria in each group. It allows convenient, transparent and comprehensive presentation of information to the expert in necessary and sufficient scale.



Group-1 represents usefulness and importance; Group-2 represents resource intensiveness and resourcing, and Group-3 represents stability and manageability.

With allowance for expertize complexity and supposed relative inconformity of experts opinions when evaluating significance of particular researches trends, we suggest selection procedure based on the Ansoff's theory of weak signals. Here, with allowable level of experts' nonconforming opinions, the individual opinions of competent experts with high estimate of particular FERs are taken into account. Here, core index (CI) and concordance index (DI) serve for the generalized selection measure. In this case we suggest FERs grouping in the following way.

FER-1 are the trends with experts' high estimation by CI with high DI value. FER-2 are the trends with relatively high estimation by CI with relatively low DI values. FER-3 are the trends which CI is better than this for FER-2, with DI lower relative to FER-1 and comparable to this for FER-1. FER-4 represents such FER trends, which received consensus on lower importance, either special opinion was expressed by experts with relatively low authority.

The authors suggested to form the portfolio not only by the trends with high CI and DI values, but consider FAR-2 trends (with priorities higher than this of FAR-3) as well. This approach allows us to identify and select among the priority research areas with potentially high efficiency, albeit with relatively high level of risk. The proposed approach also makes it possible to make informed decisions in a limited time based on authoritative (respectable) peer review. The method is oriented for use in decision support system.

**Keywords:** fundamental research, selection priority areas, expert selection, verbal and numerical scales, method of weak signals.

## References

1. Burenok V.M., Pogrebnyak R.N., Skotnicov A.P. *Metodologiya obosnovaniya perspektiv razvitiya sredstv vooruzhennoi bor'by obshchego naznacheniya* (Methodology of armed struggle general purpose means development prospects substantiation), Moscow, Mashinostroenie, 2010, 368 p.
2. Burenok V.M. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2012, vol. 20, no. 4, pp. 6-19.
3. Burenok V.M. *Vooruzeniye i ekonomika*, 2013, vol. 22, no. 1, pp. 3-7.
4. Buravlev A.I., Burenok V.M. *Vooruzeniye i ekonomika*, 2014, vol. 29, no. 4, pp. 73-92.
5. Vikulov S.F. *Economika voennogo stroitel'stva: evolutsiya vzglyadov na problemy, metody, resheniya* (Economy of military construction: evolution of views on problems, methods, solutions), Moscow, Granitsa, 2013, 454 p.
6. Lavrinov G.A., Vikulov S.F. *Ekonomika voennogo stroitel'stva: novaya paradigma* (Economy of military construction: a new paradigm), Yaroslavl, Litera, 2008, 423 p.
7. Borisenkov I.L., Smirnov I.L., Lyaskovskii V.L. *Kompetentnost'*, 2013, vol. 123, no. 3, pp. 6-11.
8. Borisenkov I.L., Smirnov I.L., Lyaskovskii V.L. *Kompetentnost'*, 2013, vol. 124, no. 4, pp. 50-58.
9. Borisenkov I.L., Smirnov S.S., Pronin A.Yu. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2014, vol. 28, no. 3, pp. 12-19.
10. Kuprin I.L., Davydov A.D. *Materialy XII Mezhdunarodnoi konferentsii "Aviatsiya i kosmonavtika—2013"*, Moscow, MAI, pp. 551-552.
11. Kuprin I.L., Davydov A.D., Vinogradov S.M. *Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta*, 2008, vol. 17, no. 4, pp. 199-201.
12. Mel'nikova G.V. *Prognozirovanie innovatsii* (Forecasting of innovation), Moscow, MAI, 2008, 84 p.
13. Kanashchenkov A.A., Kanashchenkov A.I., Novikov S.V. *Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta*, 2016, vol. 23, no. 2, pp. 217-227.
14. Lyaskovskii V.L., Smirnov S.S., Pronin A.Yu. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2013, vol. 24, no. 3, pp. 54-59.
15. Lyaskovskii V.L., Smirnov S.S., Reulov R.V. *Fundamental'naya i prikladnaya gidrofizika*, 2014, vol. 7, no. 2, pp. 10-16.
16. Faramazyan R.A., Borisov V.V. *Transformatsiya voennoi ekonomiki: XX — nachalo XXI veka* (Transformation of the war economy: the XX—the XXI century beginning), Moscow, Nauka, 2006, 342 p.
17. Malinetskii G.G. *Strategicheskaya stabil'nost'*, 2014, vol. 69, no. 4, pp. 21-29.
18. Kuprin I.L., Davydov A.D., Tikhonov I.P. *Menedjment razvitiya vysokotekhnologichnikh kompleksov* (Management development of high-tech complexes), Moscow, Dobroe slovo, 2015, book 1 - 136 p.
19. Ansoff Igor H. *Strategic management*, New York, Aldebaran, 1979, 803 p.
20. Brummer V., Konnola T., Salo A. *Forsait*, 2010, vol. 4, no. 4, pp. 56-68.