

## Особливості вибору методу для експертного оцінювання ефективності системи авіаційного пошуку і рятування

С.М. Чумаченко<sup>1</sup>, І.А. Черепньов<sup>2</sup>, А.І. Маринін<sup>1</sup>, А.О. Мошенський<sup>1</sup>, І.В. Струнін<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Національний університет харчових технологій (м. Київ, Україна)

<sup>2</sup> Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (м. Харків, Україна)  
e-mail: <sup>1</sup> [sergiy23.chumachenko@gmail.com](mailto:sergiy23.chumachenko@gmail.com)

Протягом останніх 70 років почав інтенсивно створюватися метод експертних оцінок як науковий інструмент аналізу проблем, які складно формалізуються. В даний час в нашій країні і за кордоном цей метод широко застосовується при вирішенні різних складно формалізуємих проблем, пов'язаних з створенням сучасних зразків озброєння, управлінням складними організаційно-технічними системами та ін.

Анкетування й інтерв'ювання, мозковий штурм, дискусія, нарада, оперативна гра, сценарій та інші – такі різновиди методу експертних оцінок застосовуються для вирішення типових завдань. У більшості випадків найбільший ефект досягається за рахунок комплексного застосування декількох видів експертизи.

Кваліфіковане застосування методу експертних оцінок значною мірою залежить від способу збору й обробки відповідей цілеспрямовано сформованої групи фахівців.

Методи колективної роботи експертної групи припускають отримання узагальненої думки в ході спільного обговорення і вирішення поставленої задачі всіма експертами.

Спершу обираються "потенційні" фахівці, які за своїми професійними якостями можуть бути залучені до роботи в ролі експертів. Група повинна бути сформована таким чином, щоб було забезпечено за можливості рівне представництво фахівців різних напрямів досліджуваної області.

У групу включаються ті експерти, коефіцієнт компетентності яких не нижче граничного значення. При проведенні "типових" експертиз доцільно використовувати достовірність думок експерта.

Збір і обробка експертної інформації здійснюються згідно розроблених для цих цілей методів. Практично для збору інформації складаються відповідні документи (спеціальні анкети тощо), а при її обробці й аналізі може використовуватися обчислювальна техніка.

Для проведення експертного оцінювання ефективності складових компонент САПІР було запропоновано використання підходів, заснованих на послідовній ієрархічній декомпозиції критеріїв і факторів оцінювання та проведенні попарних порівнянь.

**Ключові слова:** метод експертних оцінок, САПІР, попарні порівняння, експертиза

**Постановка проблеми.** Для ухвалення обґрунтованих рішень в системі авіаційного пошуку і рятування необхідно спиратися на досвід, знання й інтуїцію фахівців. Методи експертних оцінок – це методи організації роботи з фахівцями-експертами і обробки думок експертів, виражених в кількісній або якісній формі з метою підготовки інформації для осіб, що приймають рішення (ОПР).

В цьому розділі обговорюються існуючі підходи в галузі експертних оцінок та рекомендації щодо практичного їх застосування для оцінювання ефективності САПІР, питання побудови інтегральних показників ефективності, а також перспективи створення і застосування сучасних методик експертних оцінок для оцінювання ефективності складових САПІР на основі розглянутих підходів.

Метод експертних оцінок як науковий інструмент аналізу проблем, що складно формалізуються, почав інтенсивно створюватися в останні 70 років. В даний час в нашій країні і за кордоном

цей метод широко застосовується при вирішенні різних складно формалізуємих проблем, пов'язаних з плануванням розвитку народного господарства, створенням сучасних зразків озброєння, управлінням складними організаційно-технічними системами та багатьох інших.

**Аналіз публікацій.** В роботі Подіновського В.В. [1], стосовно експертного оцінювання зокрема зазначено: "Доцільно виділяти два класи проблем, що вирішуються експертним шляхом. До першого класу відносяться проблеми, для вирішення яких є достатня інформаційна база (інформаційний потенціал). Тому основна складність в їх вирішенні полягає в ефективному використанні цієї бази, тобто в правильному підборі експертів, раціональній організації процедури їх опитування і застосуванні оптимальних методів обробки результатів. При цьому методи опитування і обробки можуть спиратися на наступні два допущення:

– експерт є "сховищем" великого об'єму переробленої ним інформації і тому може розглядатися як "прилад" ("вимірник") з невеликими похибками;

– групова думка, одержана деяким "усереднюванням" думок окремих експертів, близька до "дійсного" вирішення проблеми.

Ці допущення дозволяють застосовувати для обробки експертних оцінок спеціальні достатньо могутні математичні методи.

До другого класу відносяться проблеми, для вирішення яких інформаційна база недостатня. При аналізі таких проблем експерт вже не може розглядатися як "хороший вимірник", і тому може виявитися вірною думка окремого експерта, що різко відрізняється від групової.

Тут можливий в основному лише якісний аналіз результатів експертизи.

Простим способом отримання експертної інформації є облік думки одного фахівця – індивідуальна експертиза. Природно, що така людина повинна користуватися повною довірою особи, що ухвалює рішення. Індивідуальна експертиза використовується для вирішення унікальних проблем, що відносяться до другого з двох вище розглянутих класів. Проте при вирішенні проблем з першого класу доцільно привертати по можливості не одного, а декількох фахівців, тобто організувати групову експертизу." Сфера застосування методу експертних оцінок достатньо широка.

Перерахуємо типові завдання, що вирішуються методом експертних оцінок:

- 1) складання переліку можливих подій в різних галузях за певний проміжок часу;
- 2) визначення найбільш ймовірних інтервалів часу здійснення сукупності подій;
- 3) визначення цілей і завдань управління з впорядкуванням їх за ступенями важливості;
- 4) визначення альтернативних варіантів вирішення завдання з оцінкою їх переваги;
- 5) альтернативний розподіл ресурсів для вирішення завдань з оцінкою їх переваги;
- 6) альтернативні варіанти ухвалення рішень в певній ситуації з оцінкою їх переваги. [1].

Для вирішення перерахованих типових завдань застосовуються такі різновиди методу експертних оцінок, як анкетування й інтерв'ювання; мозковий шторм; дискусія; нарада; оперативна гра; сценарій і т.ін.

Кожен з цих видів експертного оцінювання має свої переваги і недоліки, які визначають раціональну сферу застосування. У багатьох випадках найбільший ефект дає комплексне застосування декількох видів експертизи.

Кваліфіковане застосування методу експертних оцінок в значній мірі залежить від вибраного способу збору й обробки відповідей цілеспрямовано сформованої групи фахівців. Існує велика кількість методів отримання експертної інформації. Класифікація цих методів, з неістотними змінами взята з огляду [2], приведена на рис. 1.

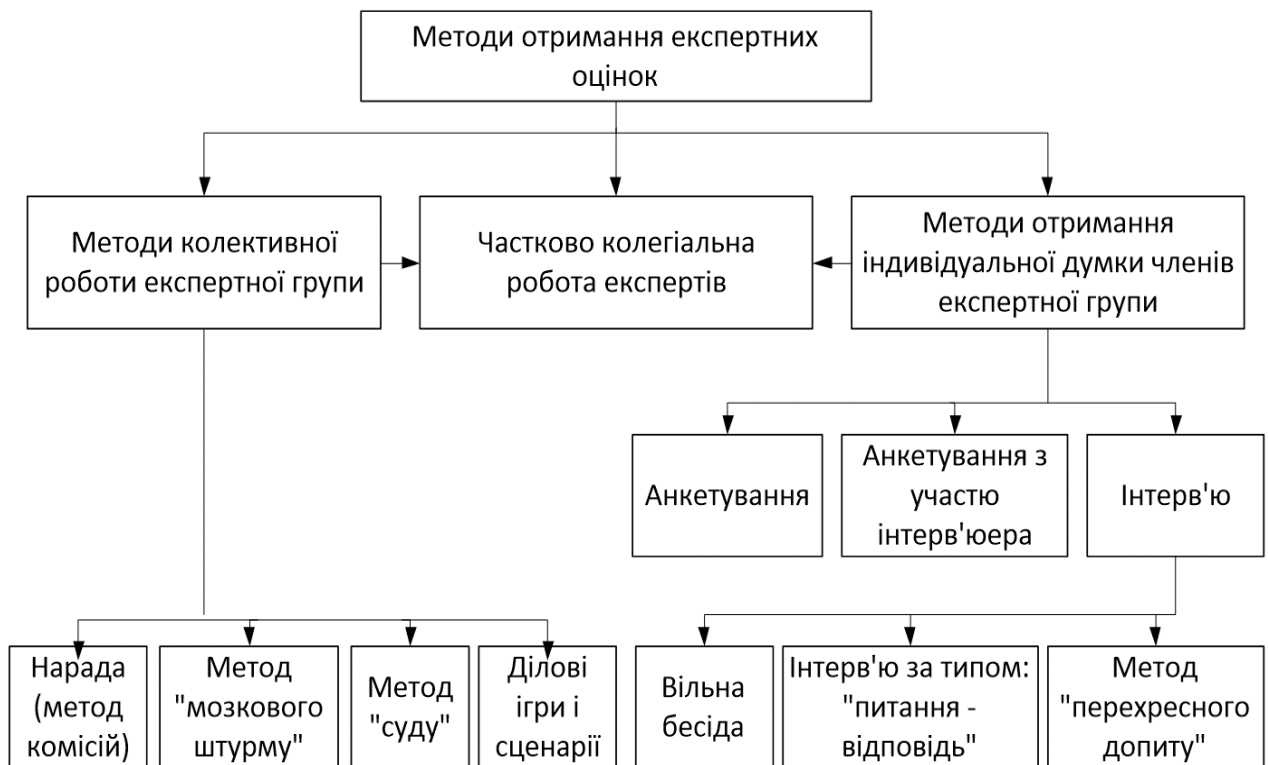


Рис. 1. Методи отримання експертних оцінок (за В.В. Подіновським) [1]

**Метою статті** є аналіз існуючих підходів до експертного оцінювання ефективності авіаційного пошуку і рятування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Методи колективної роботи експертної групи припускають отримання узагальноної думки в ході спільного обговорення і вирішення поставленої задачі всіма експертами. Тому вказані методи називають іноді способами прямого отримання колективної думки. Перші три методи – наради, "суду" і "мозкового штурму" – засновані на колективному обговоренні вирішуваної задачі, а ділові ігри – на спільній роботі колективу фахівців, за кожним членом якого закріплені певні обов'язки відповідно до наперед складених

правил і програми. Ділові ігри, широко використовуються у військовій справі (відомим їх прикладом є "штабні ігри"), призначені в основному для з'ясування поведінки фахівців в досліджуваній обстановці (а також для їх навчання).

**Основні етапи експертизи.** В процесі проведення групової експертизи можна виділити наступні етапи (див. рис. 2):

- постановка завдання дослідження;
- розробка (вибір) методу отримання експертної інформації і способів її обробки;
- формування експертної групи;
- збір експертної інформації;
- обробка і аналіз одержаної інформації;
- інтерпретація отриманих результатів.

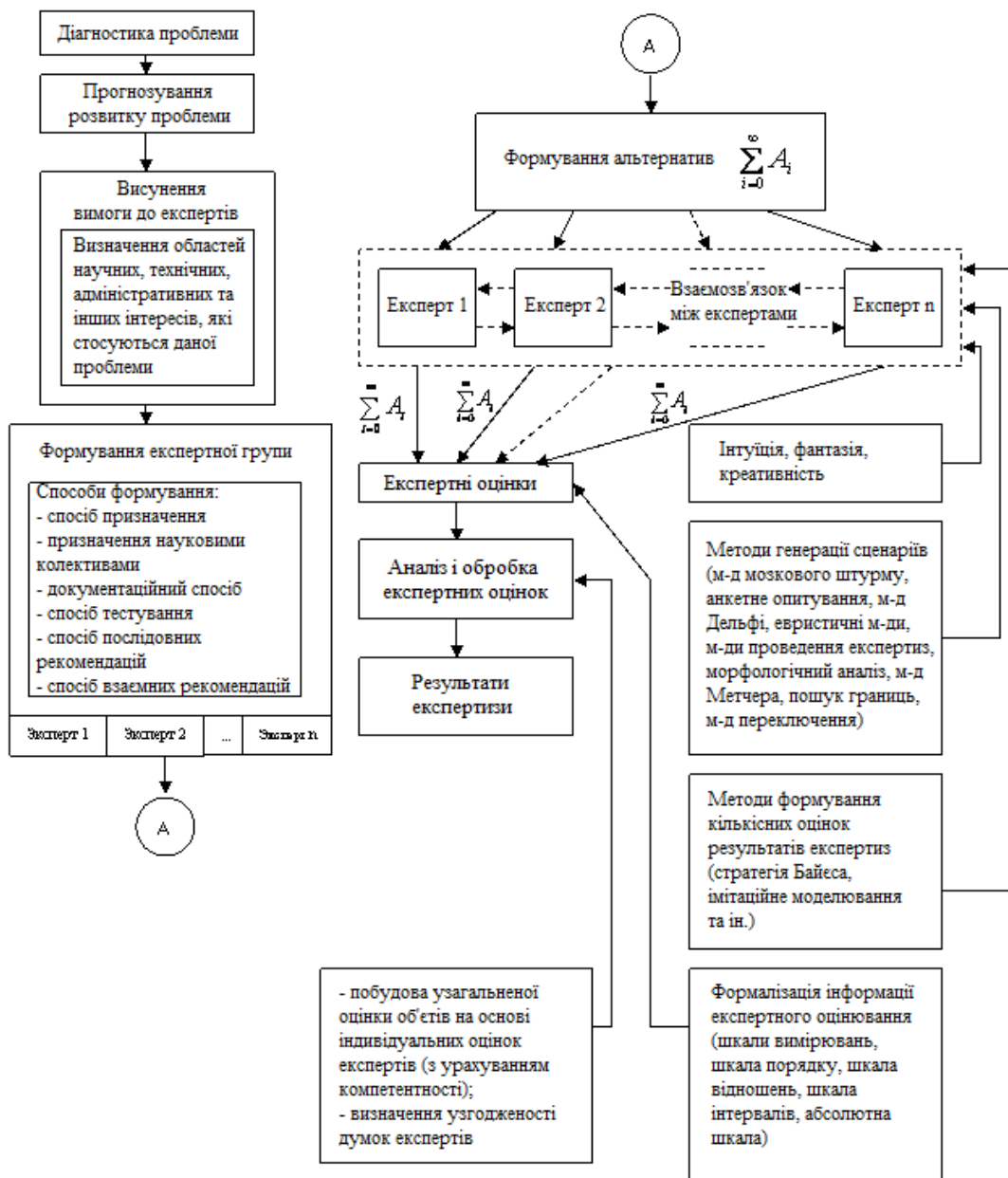


Рис. 2. Послідовність підготовки і ухвалення рішень групою експертів [3]

Дуже стисло розберемо зміст основних етапів експертизи. При вирішенні важливих практичних задач організація експертизи починається з підготовки і видання керівного документа, в якому формулюється мета роботи, вказуються терміни її виконання, завдання і склад групи управління, її права і обов'язки, встановлюється матеріальне і фінансове забезпечення робіт. Для підготовки такого документа і керівництва всією роботою призначається керівник експертизи. Група управління організує проведення експертизи. Оформлення результатів її роботи здійснюється у вигляді звіту, який після обговорення і схвалення представляється на затвердження у відповідні інстанції. При постановці завдання дослідження обґрунтовується доцільність отримання експертної інформації і намічаються шляхи використання очікуваних результатів. Питання вибору методів отримання і обробки експертної інформації розв'язуються відповідно до специфіки поставленого завдання і з урахуванням виділених ресурсів і часу.

Особливих наукових рекомендацій зі складання експертних груп поки немає. Тому користуються міркуваннями здорового глузду, враховуючи цілі експертизи, обмеженість ресурсів і вимоги, обумовлені вибраними методами отримання і обробки інформації від експертів. Спочатку вибираються "потенційні" експерти, тобто фахівці, які за своїми професійними якостями в принципі можуть бути залучені до роботи в ролі експертів. Під час пошуку "потенційних" експертів звичайно використовуються загальноприйняті документальні показники, що відображають професійний рівень фахівця (посада, вчений ступінь і звання, кількість опублікованих наукових праць і т.ін.), а також його колишню участь в експертизах. Документальна характеристика часто доповнюється взаємною оцінкою експертів. При цьому в число "потенційних" експертів включаються фахівці, рекомендовані декількома раніше виявленими експертами. Далі розв'язується питання про чисельний склад експертної групи. Ясно, що кількість експертів, що залучаються до роботи, залежить від їх кваліфікації і не повинна перевищувати межі, що обумовлені обмеженнями фінансового, термінального й організаційного характеру. Крім того, склад групи повинен бути таким, щоб були забезпечені за можливості рівне представництво фахівців різних напрямів, що існують в досліджуваній області, і охват всіх "конкуруючих" організацій, що мають професійне відношення до цього завдання.

Після того, як встановлений чисельний склад експертної групи, здійснюється її формування шляхом виділення тих "потенційних" експертів, які є найбільш компетентними з погляду окремої конкретної вирішуваної задачі. Для попередньої

оцінки компетентності експертів існують різні підходи. Один з них полягає в обчисленні коефіцієнтів компетентності, балів, що є сумою, які приписуються експерту залежно від його документальних показників і даних самооцінки (що стосуються виробничого досвіду, знання науково-технічної літератури з вирішуваного питання і т.ін.). Ці бали беруться із спеціальних таблиць. При іншому підході коефіцієнти компетентності обчислюються на основі матриці, складеної за результатами взаємної оцінки експертів.

У групу включаються ті експерти, для яких коефіцієнт компетентності не нижче за деяке граничне значення. Це значення встановлюється таким, щоб забезпечити набір групи з числа тих потенційних "експертів", які дійсно зможуть брати участь в її роботі у встановлений час. При проведенні "типових" експертиз доцільно використовувати таку узагальнену характеристику експерта, як достовірність його думок. Кількісно достовірність експерта оцінюють дробом  $N_p/N$ , де  $N_p$  – число випадків, коли експерт дав рішення, прийнятність якого підтвердилася практикою,  $N$  – загальне число випадків участі експерта в розв'язанні завдань [4].

На жаль, навіть найкваліфікованіший експерт може проявити себе некомпетентним в конкретній експертизі як через причини випадкового характеру ("збоїв"), так і через відсутність стимулів в роботі даної групи. Тому виникає проблема оцінки компетентності експертів на основі аналізу інформації, одержаної від нього й інших членів експертної групи в даній експертизі.

Збір і обробка експертної інформації здійснюються згідно розроблених (вибраних) для цих цілей методів. Практично для збору інформації складаються відповідні документи (наприклад, спеціальні анкети), а при її обробці й аналізі у разі потреби може використовуватися обчислювальна техніка.

Змістовний аналіз і інтерпретація оброблених результатів здійснюються з урахуванням специфіки вирішуваної проблеми відповідно до завдань, які ставилися перед експертизою.

**Завдання аналізу експертних оцінок.** Можна виділити три основних типи завдань, що вирішуються експертами:

– Оцінка (вимірювання) наявних об'єктів. Прикладом служить оцінювання варіанту рішення (стратегії, результату) за прийнятим критерієм (зокрема, ефективності складових компонентів САПІР).

– Побудова об'єктів. До завдань такого типу відносяться формування множини стратегій, виявлення невизначених чинників і встановлення областей їх можливих значень.

– Побудова об'єктів і їх оцінка. Типовим завданням цього типу є складання переліку критеріїв,

конструювання їх шкал і оцінка стратегій (результатів) за тим або іншим з цих критеріїв.

Надалі обмежимося розглядом лише завдань першого з трьох вказаних типів, оскільки саме на їх вирішення орієнтовані існуючі математичні методи аналізу і обробки експертної інформації про САПІР. Експертні оцінки об'єктів, відповідно до типу їх шкал, діляться на кількісні, бальні і якісні. Якісні оцінки, до яких відносять оцінки, одержані в порядкових і номінальних шкалах, називають також елементарними думками. До кількісних оцінок відносяться, наприклад, достовірні еквіваленти і суб'єктивна вірогідність.

Інформація у формі елементарних думок доступніша і надійніша, чим кількісна і бальна, оскільки вона найбільш зрозуміла і звична експертам. Існують наступні методи отримання елементарних думок:

- групування (сортування);
- ранжирування;
- попарні порівняння;

– множинні порівняння.

Групування полягає в тому, що експерт послідовно відносить пропоновані йому об'єкти до одного з наперед встановлених класів. Іноді і самі класи виникають в процесі сортування об'єктів. Одержувані при групуванні оцінки об'єктів мають номінальну шкалу.

Множинні порівняння є подальшим розвитком і узагальненням попарних порівнянь: експерту послідовно пропонують набори з декількох об'єктів; у кожному наборі об'єкти треба упорядкувати чи вказати серед них кращий.

Основними завданнями обробки і аналізу експертних оцінок є наступні (рис. 3):

- оцінка ступеня узгодженості думок експертів;
- отримання колективної (узагальненої) думки експертної групи;
- виділення підгруп експертів з "близькими" думками (у разі істотних розбіжностей у відповідях);
- оцінка і облік компетентності експертів.

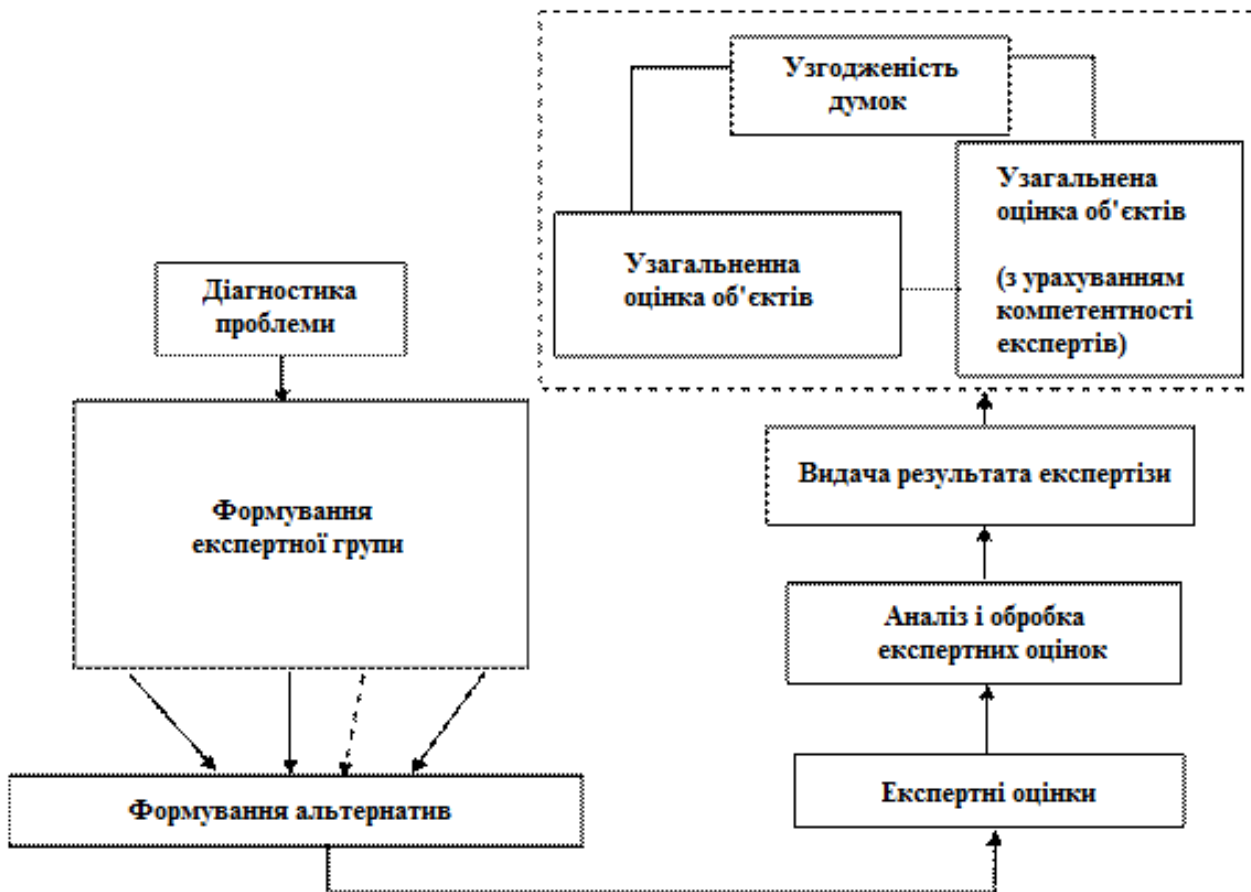


Рис. 3. Структурна схема програми проведення експертизи [4]

Ці завдання, окрім останнього, перераховані в тій послідовності, як вони повинні практично розв'язуватися. Дійсно, перш ніж одержати узагальнену думку, слід переконалися в достатньо висо-

кій узгодженості думок експертів. Якщо такої узгодженості немає, то "усереднювання" всіх думок суперечило б початковій передумові про те, що відповіді експертів лише випадково і незалеж-

но відхиляються від деякої істинної єдино правильної точки зору, яку і належить виявити при експертизі. Та і "узагальнена" думка буде при цьому нестійкою в тому сенсі, що невеликі зміни оброблюваного матеріалу (наприклад, виключення оцінок декількох експертів чи ж додавання нових) можуть її сильно змінити. Тому при невисокій узгодженості експертів спочатку слід виділити найбільш "оригінальних" з них і (або) розбити експертну групу на підгрупи експертів з близькими думками. А "загальну" думку потрібно одержувати для кожної з таких підгруп "усереднюванням" думок її членів. Після цього необхідно провести змістовний аналіз отриманих результатів і з'ясувати причини наявності декількох точок зору. Оцінки і облік компетентності експертів слід проводити до або в процесі вироблення "загальної" думки.

**Висновки.** У зв'язку з вищевикладеним для проведення експертного оцінювання ефективності складових компонент САПІР було запропоновано використання підходів, заснованих на послідовній ієрархічній декомпозиції критеріїв і факторів оцінювання та проведенні попарних порівнянь. Це знайшло своє вираження у послідовному застосуванні методу аналізу ієрархій Сааті.

#### Аннотація

### Особенности выбора метода для экспертного оценивания эффективности системы авиационного поиска и спасения

С.Н. Чумаченко, И.А. Черепнёв, А.И. Марынин, А.А. Мошенский, Л.А. Писня, И.В. Струнин

В течение последних 70 лет начал интенсивно создаваться метод экспертных оценок как научный инструмент анализа проблем, которые сложно формализуются. В настоящее время в нашей стране и за рубежом этот метод широко применяется при решении различных сложно формализуемых проблем, связанных с созданием современных образцов вооружения, управлением сложными организационно-техническими системами и др.

Анкетирование и интервьюирование, мозговой штурм, дискуссия, совещание, оперативная игра, сценарий и другие – такие разновидности метода экспертных оценок применяются для решения типовых задач. В большинстве случаев наибольший эффект достигается за счет комплексного применения нескольких видов экспертизы.

Квалифицированное применение метода экспертных оценок в значительной мере зависит от способа сбора и обработки ответов целенаправленно сформированной группы специалистов.

Методы коллективной работы экспертной группы предполагают получение обобщенного мнения в ходе совместного обсуждения и решения поставленной задачи всеми экспертами.

Сначала избираются "потенциальные" специалисты, которые по своим профессиональным качествам могут быть привлечены к работе в качестве экспертов. Группа должна быть сформирована таким образом, чтобы было обеспечено за возможности равное представительство специалистов различных направлений исследуемой области.

В группу включаются те эксперты, коэффициент компетентности которых не ниже порогового значения. При проведении "типичных" экспертиз целесообразно использовать достоверность мнений эксперта.

Сбор и обработка экспертной информации осуществляются согласно разработанным для этих целей методам. Практически для сбора информации составляются соответствующие документы (специальные анкеты и т.д.), а при ее обработке и анализе может использоваться вычислительная техника.

Для проведения экспертной оценки эффективности составляющих компонент САПИС было предложено использование подходов, основанных на последовательной иерархической декомпозиции критериев и факторов оценки и проведении попарных сравнений.

**Ключевые слова:** метод экспертных оценок, САПИС, попарные сравнения, экспертиза

#### Література

1. Подиновский В.В. Математическая теория выработки решений в сложных ситуациях. Учебник. – М.: МО СССР, 1981. – 212 с.
2. Бешельов С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Белешев, Ф.Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
3. Сидельников Ю.В. Теория и организация экспертного прогнозирования. – М.: ИММО АН СРСР, 1990. – 196 с.
4. Китаев Н.Н. Групповые экспертные оценки. – М.: Знание, 1975. – 64 с.

#### References

1. Podinovskij V.V. Matematicheskaja teorija vyrabotki reshenij v slozhnyh situacijah. Uchebnik. – M.: MO SSSR, 1981. – 212 s.
2. Beshel'ov S.D. Matematiko-statisticheskie metody jekspertnyh ocenok / S.D. Beleshev, F.G. Gurvich. – M.: Statistika, 1980. – 263 s.
3. Sidel'nikov Ju.V. Teorija i organizacija jekspertnogo prognozirovanija. – M.: IMEMO AN SRSR, 1990. – 196 s.
4. Kitaev N.N. Gruppovye jekspertnye ocenki. – M.: Znanie, 1975. – 64 s.

## Abstract

**Peculiarities to choice of method for expert evaluation  
of the efficiency of the aviation search and rescue system****S.M. Chumachenko, I.A. Cherepnov, A.I. Marynin, A.O. Moshenskyi, L.A. Pysnia, I.V. Strunin**

Over the last 70 years, the method of expert assessments has begun to be intensively developed as a scientific tool for analyzing problems that are difficult to formalize. Currently in our country and abroad, this method is widely used in solving various complex formalize problems associated with the creation of modern models of weapons, management of complex organizational and technical systems, and others.

Questionnaires and interviews, brainstorming, discussion, meeting, operational game, script and others— these types of expert assessment method are used to solve typical problems. In most cases, the greatest effect is achieved through the integrated use of several types of expertise.

Qualified application of the method of expert assessments largely depends on the method of collecting and processing the answers of a purposefully formed group of specialists.

The methods of collective work of the expert group involve obtaining a generalized opinion during a joint discussion and solution of the task by all experts.

First, "potential" specialists are selected, who by their professional qualities can be involved in the work as experts. The group should be formed in such a way as to ensure, if possible, equal representation of specialists in different areas of the study area.

The group includes those experts whose competence coefficient is not lower than the threshold value. When conducting "typical" examinations, it is advisable to use the reliability of the expert's opinion.

Collection and processing of expert information is carried out according to the methods developed for these purposes. In practice, relevant documents (special questionnaires, etc.) are compiled to collect information, and computer technology can be used for its processing and analysis.

To conduct an expert evaluation of the effectiveness of the components of SoEFH, it was proposed to use approaches based on a consistent hierarchical decomposition of evaluation criteria and factors and pairwise comparisons.

**Keywords:** *method of expert estimates, SoEFH, pairwise comparisons, expertise*

**Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard**

Chumachenko, S. M. et al. (2020) 'Peculiarities to choice of method for expert evaluation of the efficiency of the aviation search and rescue system', *Engineering of nature management*, (3(17)), pp. 126 - 132.

*Подано до редакції / Received: 02.09.2020*