

І. В. Шостак<sup>1</sup>, С. Г. Кривова<sup>2</sup>, О. Є. Зубаньов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна

<sup>2</sup> Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

<sup>3</sup> АТ «Український науково-дослідний інститут авіаційної технології», Київ, Україна

## ІНФОРМАЦІЙНЕ ПІДТРИМУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОВЕДЕННЯ ПЕРЕГОВОРІВ НА ЕТАПІ ІНІЦІАЦІЇ ПРОЄКТІВ КООПЕРАЦІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА В ЛІТАКОБУДУВАННІ

**Анотація.** Розглянуто особливості проведення першої стадії (ініціації) переговорів по організації коопераційного виробництва повітряних суден. Показано, що цій стадії притаманний неприпустимо високий рівень ризиків, обумовлений, з одного боку, ймовірністю значних додаткових фінансових витрат в ході реалізації проєкту, а з іншого - втрати потенційних кооперантів, в разі недосягнення консенсусу між учасниками переговорів. Проведено критичний огляд існуючих комп'ютеризованих систем підтримання переговорів. Зроблено висновок про існування проблеми, що полягає у недостатній ефективності переговорного процесу на етапі ініціації проєктів коопераційного виробництва повітряних суден внаслідок, в тому числі, й відсутності спеціалізованих комп'ютерних засобів інформаційного підтримання, які при формуванні відповідних рішень, надавали б змогу врахувати специфіку як самого етапу ініціації проєктів, так і предметної області «Коопераційне виробництво в літакобудуванні». Виходячи із особливостей зазначеної проблеми, сформульовано мету статті, а саме розроблення ефективних засобів інформаційного підтримання переговорів про коопераційне виробництво на початковому етапі (ініціації), що забезпечать економію фінансів по-перше, за рахунок скорочення термінів переговорів, а по-друге - зниження ймовірності прийняття нерациональних рішень, що призводять до додаткових витрат під час реалізації проєкту. Виходячи зі специфіки предметної області, зроблено висновок про необхідність розробки проблемно-орієнтованих методичних засобів, а на їх основі - спеціалізованої програмної системи підтримки прийняття рішень (СППР) переговорників при ініціації проєктів коопераційного виробництва в літакобудуванні. Як формальну основу для побудови таких систем запропоновано використати агентний підхід з елементами теорії ситуаційного управління. Результати дослідження проілюстровані з використанням умовних сценаріїв.

**Ключові слова:** літакобудування; коопераційне виробництво; ініціація проєкту; система підтримки прийняття рішень; програмні агенти; агентний підхід; ситуаційне управління; когнітивна карта.

### Вступ

Виробнича кооперація на загальносвітовому, міждержавному, національному та корпоративному рівнях є сталим трендом у розвитку різних галузей промисловості. Зазначена тенденція має місце і в літакобудуванні, зокрема, й у вітчизняному, оскільки накопичений технологічний і виробничий потенціал українських літакобудівних підприємств, дає їм можливість виступати в проєктах коопераційного виробництва у будь-якій ролі (власника сертифіката типу, головного виробника, субпідрядника). Однією з ключових особливостей переговорів про організацію коопераційного виробництва в авіабудуванні є підвищені вимоги до якості реалізації групи процесів, пов'язаних з ініціацією проєкту [1], оскільки ці процеси багато в чому визначають успішність коопераційного виробництва, а витрати на виправлення неправильних рішень, ухвалених на цьому етапі, будуть зростати в ході реалізації проєкту, та можуть в результаті досягти неприпустимо високих значень.

Дане дослідження присвячене питанням формування методичного інструментарію, який адекватно відображав би специфіку предметної області «Коопераційне виробництво в літакобудуванні», давав би можливість зниження невизначеності в ході формування відповідних рішень, до прийнятного рівня.

**Формулювання наукової проблеми і її значення.** Проблема недостатньої ефективності переговорного процесу на етапі ініціації проєктів коопераційного виробництва повітряних суден виникає

внаслідок, в тому числі, й відсутності спеціалізованих комп'ютерних засобів інформаційного підтримання, які при формуванні відповідних рішень, надавали б змогу врахувати специфіку як самого етапу ініціації проєктів, так і предметної області «Коопераційне виробництво в літакобудуванні».

Рішення зазначеної проблеми шляхом створення і застосування ефективних засобів інформаційного підтримання переговорів про коопераційне виробництво на початковому етапі (ініціації) забезпечить економію фінансів по-перше, за рахунок скорочення термінів переговорів, а по-друге, внаслідок зниження ймовірності прийняття нерациональних рішень, що призводять до додаткових витрат під час реалізації проєкту.

**Аналіз публікацій по заявленій проблемі.** З позицій ситуаційного аналізу [2], переговори по організації коопераційного виробництва (ПОКВ) представляють собою процес обміну думками з метою досягнення угоди щодо взаємовигідної співпраці. У ситуаційному аналізі прийнято відносити предмет переговорів, його учасників, їх позиції і дії до об'єктивних характеристик, а мотиви, цілі, переваги, думки, оцінки й аргументи сторін - до суб'єктивних.

Головною відмінною рисою ПОКВ від інших видів переговорів є наявність не менше двох сторін-учасниць з цілями, що частково не збігаються, особистими інтересами, думками і намірами. Це часткова розбіжність є, по суті, конфліктом. Інша особливість процесу ПОКВ полягає у тому, що вони завжди відбуваються, відповідно до класифікації

середовищ проведення переговорів по Д.О. Поспелову [2], у найскладнішому, трансформованому середовищі, для якого проблематично не лише створення детермінованого опису всього процесу, а й локальних моделей переговорів. При цьому характеристики трансформованого середовища нестійкі і сильно залежать від дій агентів-учасників. Друга із зазначених особливостей визначає доцільність застосування в ході аналізу ПОКВ інструментарію конфліктного менеджменту.

У відповідності до схеми Томаса-Кіллена [3], з п'яти відомих стилів ведення переговорів, для ПОКВ характерні три: співпраці; пристосування; гібридного компромісу. Зазначені стилі організації ПОКВ органічно поєднуються з підходом, при якому учасники переговорів розглядаються як соціальні агенти, які володіють відповідними поведінковими рисами [4]. Застосування такого підходу при створенні комп'ютерних засобів інформаційного підтримання ПОКВ дасть можливість безпосереднього використання в процесі конструювання систем підтримки прийняття рішень (СППР) учасників переговорного процесу, різноманітного інструментарію, накопиченого у програмній інженерії за період становлення і розвитку агентної парадигми [5, 6]. Процес комп'ютеризації переговорних процесів в різних сферах людської діяльності, за винятком організації виробництва, триває порівняно давно [7], і на сьогодні в ряді предметних областей успішно застосовуються СППР при проведенні переговорів [8]. Традиційно, до функцій таких систем відносять [9]:

1. Збір даних і комп'ютерний аналіз обстановки, що склалася перед початком переговорного процесу.

2. Допомога учасникам при формуванні ними своєї позиції на майбутніх переговорах, в постановці власних цілей і аналізі цілей партнера.

3. Організація мережного середовища для зв'язку всіх учасників переговорів, незалежно від того, де вони знаходяться.

4. Надання учасникам переговорів можливості легкого обміну пропозиціями і контрпропозиціями;

5. Відображення на моніторах всієї інформації, необхідної для ведення переговорів, в тому числі, використання когнітивного моделювання та мультимедійних засобів.

6. Допомога в оцінці пріоритетів окремих складових обговорюваного предмета переговорного процесу.

7. Надання засобів формалізації пропозицій, висунутих кожним учасником переговорів, їх оцінки та моделювання наслідків.

8. Надання засобів формального опису позицій і думок учасників в інтересах їх зближення і вироблення колективних рішень.

9. Формування варіантів компромісних рішень і моделювання їх наслідків, планування можливих варіантів угод.

Безпосередньому використанню наявних на ринку програмного забезпечення (ПЗ) середовищ розробки спеціалізованих СППР в ході переговорів перешкоджають наступні їх особливості: приналежність до категорії пропрістарного програмного за-

безпечення; корпоративний статус; закритість програмного коду; орієнтованість на предметні області, які досить далеко відстоять від коопераційного виробництва в літакобудуванні.

Система Smart Settle предметно орієнтована на управління медичними ресурсами, і не має засобів ідентифікації поточних ситуацій та прогнозування їх розвитку, головне її призначення полягає в оцінюванні варіантів, вже згенерованих особою, яка приймає рішення (ОПР), а також узгодженні колективних рішень (знаходженні кон'юнктивного консенсусу). Таким чином, СППР Smart Settle в базовому варіанті не може бути в принципі використана на етапі ініціації будь-якого проєкту.

СППР iRenaissance і INSPIRE мають доволі широку функціональність (аналіз обстановки, формування рішень, їх оцінювання та прогнозування наслідків прийняття рішень, а також узгодження рішень). Друга із зазначених систем розрахована на режим віддаленого проведення переговорів у гіпермедійному середовищі. Разом з тим, в цих системах не передбачений режим інформаційного підтримання учасників переговорів на етапі ініціації проєкту. Функціональність СППР Oracle Express OLAP, Data Vision, а також пакету фірми Cognos допускає лише аналіз рішень, підготовлених ОПР, що вимагає ще й ручного опису цих рішень у програмній системі.

Відмінною особливістю СППР КОСМОС (Когнітивна система моделювання стратегій) [8], є можливість аналізу і підтримки процесу переговорів з урахуванням невизначеності, що виникає внаслідок нечіткості вихідної інформації. Як і розглянуті вище системи, СППР КОСМОС дає можливість організації інформаційної підтримки значної частини процесів проведення переговорів і, крім того, також етапу ініціації проєкту. Разом з тим, доробка СППР КОСМОС, з метою її використання для ПОКВ в літакобудуванні, передбачає невиправдано великі витрати.

Система підтримки і управління переговорами NPMiAB [8] орієнтована на використання на початкових етапах переговорів, включаючи і етап ініціації проєкту. Система створена на основі середовища C++ Builder 6.0 і передбачає інформаційну підтримку переговорів шляхом візуалізації процесу. Формування варіантів рішень цієї СППР проводиться на основі нечітких когнітивних карт [9-11]. Когнітивний аналіз дає можливість формування раціональних рішень в складних ситуаціях, породжуваних слабкоструктурованими проблемами, які, в свою чергу, характеризуються багатоаспектністю, дефіцитом апріорної інформації, а також мінливістю процесів в часі. Спочатку, обговорювана система призначалася для інформаційної підтримки проєктів в галузі державного управління, тому і методичні засоби, покладені в її основу, зокрема, засоби візуалізації, орієнтовані на подання відповідних процесів. Наприклад, за допомогою NPMiAB, можлива ефективна підтримка переговорів по розробці стратегії регіональної політики. Очевидно, подібні теми досить далекі від виробничих проблем в рамках ПОКВ, і адаптація даної системи до предметної області «Коопераційне виробництво в літакобудуванні» пов'язана з невиправдано великими

витратами. У табл. 1 представлені результати порівняльного аналізу безпосереднього застосування існуючих програмних засобів підтримки переговорів для ПОКВ.

нуючих програмних засобів підтримки переговорів для ПОКВ.

Таблиця 1. Результати аналізу можливостей безпосереднього застосування існуючих програмних засобів підтримки переговорів для ПОКВ

Назва СППР	Функціональні особливості системи	Ступінь придатності для інформатизації ПОКВ	Причини недостатньої придатності СППР для задач ПОКВ
Smart Settle	Предметна орієнтованість («Управління медичними ресурсами»)	Не придатна в принципі	Відсутність засобів ідентифікації і прогнозування поточних ситуацій, можливість оцінювання лише варіантів, що підготовлені ОПР
iRenaissance	Аналіз обстановки, формування рішень, їх оцінювання та прогнозування наслідків прийняття рішень, а також узгодження рішень	Не придатна	Не передбачено режим інформаційного підтримування учасників переговорів на етапі ініціації проекту
INSPIRE	Можливість віддаленого проведення переговорів в гіпермедійній середовищі	Не придатна	Не передбачено режим інформаційної підтримки учасників переговорів на етапі ініціації проекту
Oracle Express OLAP	Функціональність обмежена, можливий лише аналіз готових варіантів рішень	Не придатна	Можливість оцінювання лише варіантів, підготовлених, що підготовлені ОПР
Data Vision	Функціональність обмежена, можливий лише аналіз готових варіантів рішень	Не придатна	Можливість оцінювання лише варіантів, підготовлених, що підготовлені ОПР
Cognos	Функціональність обмежена, можливий лише аналіз готових варіантів рішень	Не придатна	Можливість оцінювання лише варіантів, підготовлених, що підготовлені ОПР
КОСМОС	Можливість аналізу нечіткої інформації	Придатна частково	Необхідність адаптації до специфіки ПОКВ, що пов'язано із невиправдано великими витратами
NPMiAB	Предметна орієнтованість («Регіональна політика»)	Придатна частково	Необхідність адаптації до специфіки ПОКВ, що пов'язано із невиправдано великими витратами

Таким чином, особливості літакобудування і, відповідно, процеси управління проектами коопераційного виробництва повітряних суден [12], не дають можливості безпосередньо застосувати наявні на ринку програмного забезпечення засоби інформаційного підтримування переговорів на етапі ініціації ПОКВ.

**Мета статті** полягає у вирішенні завдання підвищення ефективності процесу ПОКВ на етапі його ініціації, за рахунок створення проблемно орієнтованого методичного базису, а на цій основі - програмних засобів розробки, розгортання і експлуатації відповідної СППР.

### Матеріали і методи дослідження

Відповідно до ідеями, викладеними в роботах [13, 14], організація ППКП формально може бути представлена як задача знаходження Парето-оптимального рішення про розподіл замовлення між учасниками переговорів. Позначимо витрати кожного  $j$ -го учасника через  $l_j$ , а загальні витрати через

$$L = \sum_{j=1}^m l_j,$$

а пайова участь у витратах на виконання замовлення

$$R_j = f_j + \frac{1}{m} (1 - \sum_{j=1}^m f_j), j = \overline{1, m},$$

де  $R_j$  - частина замовлення, на яку претендує  $j$ -й учасник переговорів, функція  $f_j$  неперервна і визначена на множині  $l_j/L$ . Якщо має місце умова

$\sum_{j=1}^m R_j = 1$ , функція  $f_j$  визначає ту чи іншу схему розподілу замовлення  $L$  між кооперантами.

У відповідності зі схемою Томаса-Кіллена [3], вид функції визначає стиль, а, відповідно, і тактику проведення переговорів. Так, якщо  $f_j \left( \frac{l_j}{L} \right) = \left( \frac{l_j}{L} \right), \forall j = \overline{1, m}$ , тоді  $R_j = \left( \frac{l_j}{L} \right)$ , і мова може йти про співпрацю потенційних кооперантів, з пропорційним розподілом витрат на виконання замовлення між учасниками. У разі ж, коли функція має вигляд  $f_j \left( \frac{l_j}{L} \right) = b > 0, \forall j = \overline{1, m}$ , стиль переговорів визначається пристосуванням до запитів протилежного боку. Найімовірнішою і, разом з тим, найскладнішою в організаційному відношенні, є завдання проведення переговорів про коопераційному виробництві в стилі гібридного компромісу. При цьому функція  $f_j \left( \frac{l_j}{L} \right)$  має вигляд

$$f_j(l_j/L) = (1 - b) \cdot (l_j/L) 0 \leq b \leq 1,$$

$$R_j = (1 - b)(l_j/L) + (b/m)$$

де  $b$  - коефіцієнт, що визначає «величину поступки», або допускається компромісу,  $m$  - кількість учасників переговорів.

Відповідно до виду функції  $f_j$  (в залежності від того, який стиль переговорів є доречним), визначається Парето-оптимальні значення  $R_j$ . Множина таких значень є основою для формування базової про-

позиції на етапі ініціалізації проекту коопераційного виробництва, тобто на практиці це означає узгодження значень  $l_j$  і  $R_j$  (передбачуваних витрат потенційних учасників  $i$ , відповідно, їх пайової участі у коопераційному виробництві).

Наступною фазою переговорів по ініціалізації проекту коопераційного виробництва, після формування базової пропозиції, є реалізація ітераційного процесу узгодження цієї пропозиції. На цій фазі переговорів для інформаційного підтримання доцільно застосувати метод зближення значень параметрів при мінімізації максимального виграшу сторін [11].

Будемо вважати, що базову пропозицію по організації коопераційного виробництва характеризується  $i = \overline{1, T}$  параметрами оцінки  $R_j$ , які повинні бути узгоджені  $m$  - учасниками переговорів. Кожен учасник пропонує свої значення параметрів  $V_{ij}$ . Для узгодження запропонованих параметрів (значення яких найчастіше будуть відрізнятися), може бути використана спеціальна функція  $P_{ij}(V_{ij})$ , що відображає допустимість для  $j$ -го учасника переговорів, вибору відповідного значення параметра  $V_i$ .

В роботі [14]  $P_{ij}(V_{ij})$ , названа функцією ступеня задоволення, і область її значень лежить в межах шкали, діапазон якої може бути різним. На практиці, учасники переговорів формують набори множин однакової потужності, елементи яких відповідають конкретним значенням параметрів. Обчислення ступеня задоволеності значеннями параметрів сформованих наборів множин будь-яким  $j$ -м учасником переговорів може бути здійснено за формулою:

$$S_j = \sum_i^I W_{ij} P_{ij}(V_{ij}), j = \overline{1, m},$$

де  $W_{ij}$  – «вага»  $i$ -го значення параметра для  $j$ -го учасника переговорів.

Процес визначення значень ваг параметрів проводиться кожною стороною переговорів із залученням колективу експертів. Завдання узгодження позицій сторін в переговорах по організації коопераційного виробництва формулюється таким чином.

Нехай  $S_j^* = \sum_i^I W_{ij} P_{ij}(V_{ij}), j = \overline{1, m}$  – ступінь задоволеності переговорника  $j$  від визначених ним значень параметрів  $V_{ij}$ , а  $\bar{S}_j = W_{ij} P_{ij}(V_i), j = \overline{1, m}$  – його задоволеність значеннями параметрів вже узгодженими з іншими учасниками  $V_i$ . Необхідно знайти множину значень параметрів  $V_i$ , яке забезпечило б збереження ступеня задоволеності значеннями елементів цієї множини, всіма учасниками переговорів.

Узгоджене рішення  $V$ , що означає досягнення кон'юнктивного консенсусу на етапі ініціалізації проекту, може бути отримано в результаті рішення оптимізаційної задачі:

$$V = \max(\hat{M} + T/M),$$

при обмеженні  $\hat{M} \leq (S_j - S_j^*)W_j, j = \overline{1, m}$ , де  $T = \sum_j^J (S_j - S_j^*)$ ,  $\hat{M}$  - мінімальний виграш при задоволенні учасника значеннями параметрів  $V_i$ ;  $M$  - число, більше мінімального виграшу, який може отримати учасник переговорів при запропонованих їм значеннях  $V_i$ .

Значення змінних  $M$  та  $W_i$ , («ваги» виграшу  $j$ -го учасника переговорів), повинні бути визначені в середовищі СППР ПОКВ за допомогою спеціальних обчислювальних процедур. Зокрема, авторами публікації [12] запропоновано використовувати на цій фазі методи MAULT (Multi-Attribute Utility Theory) і АНР (Analytic Hierarchy Process).

Узагальненість представленої вище постановки завдання організації ПОКВ, обумовлює високий ступінь абстрактності формальної моделі, що була при цьому застосована; зазначена обставина обумовлює необхідність доповнення цієї моделі набором спеціальних процедур визначення конкретних значень змінних, яка проявляється у необхідності доповнення цієї моделі набором спеціальних процедур визначення конкретних значень змінних (наприклад, «ваги» виграшу, обмежень у вигляді порогових оцінок, множини параметрів  $V_i$ ). Вказана обставина перешкоджає безпосередньому використанню моделі як формальної основи для створення математичного та програмного забезпечення СППР ПОКВ. Необхідний підхід, в якому, з одного боку, була врахована специфіка предметної області «Ініціалізація проектів коопераційного виробництва повітряних суден», а з іншого - забезпечена автоматизація процесів збору, зберігання і обробки інформації про значення релевантних параметрів переговорів.

Обговорюваний підхід включає наступні етапи:

1. Складання когнітивної карти верхнього рівня КВ.
2. Конкретизація окремих аспектів організації КВ шляхом складання набору когнітивних карт нижнього рівня.
3. Отримання оцінок значень критеріїв і їх агрегація.
4. Формування альтернативних варіантів.
5. Підготовка рекомендацій для особи, яка приймає рішення.

У табл. 1 представлені шість базових варіантів організації КВ повітряних суден (ПС) і їх складових частин (СЧ) між двома кооперантами. Уявимо сукупність варіантів організації КВ, представлених в таблиці 1, в просторі станів кортежем виду

$$K = \langle A, D, P, S, C \rangle,$$

де  $K$  - коопераційне виробництво,  $D$  - проектування літака і його СЧ,  $P$  - виробництво СЧ,  $S$  - остаточне складання,  $C$  - критерії (цільові стани).

Мають місце умови  $\forall d_i \in D, \forall p_j \in P, \forall s_k \in S$  відповідно до яких відбуваються перетворення, що забезпечують реалізацію того чи іншого варіанту КВ з множини  $A$ . Застосування будь-якого з операторів передбачає виконання підзадач нижніх рівнів, ефективність вирішення яких відбивається цільовими станами з множини  $C$ . Мовою булевої логіки [15], простір станів КВ представимо в такій формі:

$$K \Rightarrow A_1 \vee A_2 \vee A_3 \vee \dots \vee A_6.$$

При цьому окремі варіанти організації КВ описуються формулами, що представляють собою кон'юнкції диз'юнкцій відповідних літералів:

Таблиця 1 – Варіанти організації коопераційного виробництва ПС

Варіанти КВ	1			2			3			4			5			6		
Види діяльності кооперантов $K_1$ та $K_2$ в процесі коопераційного виробництва	Проектування ПС і СЧ	Виробництво СЧ	Остаточне складання ПС	Проектування ПС і СЧ	Виробництво СЧ	Остаточне складання ПС	Проектування ПС і СЧ	Виробництво СЧ	Остаточне складання ПС	Проектування ПС і СЧ	Виробництво СЧ	Остаточне складання ПС	Проектування ПС і СЧ	Виробництво СЧ	Остаточне складання ПС	Проектування ПС і СЧ	Виробництво СЧ	Остаточне складання ПС
$K_1$	+		+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	
$K_2$	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+				+	+	+

$$K \Rightarrow (((S_1 \wedge (D_1 \wedge P_1)) \wedge P_2) \vee (S_1 \wedge ((D_1 \wedge P_1) \wedge (D_2 \wedge P_2)))) \vee ((S_1 \wedge (D_1 \wedge P_1)) \wedge (S_2 \wedge P_2)) \vee (((S_1 \wedge (D_1 \wedge P_1)) \wedge (S_2 \wedge (D_2 \wedge P_2))) \vee ((D_1 \wedge P_1) \wedge S_2) \vee (S_2 \wedge ((D_1 \wedge P_1) \wedge (D_2 \wedge P_2))))$$

Простір станів КВ представляє собою когнітивну карту верхнього рівня [3], для її візуалізації доречно використовувати структуру І / АБО графа [16].

На рис.1 представлена когнітивна карта верхнього рівня, що відображає процес організації КВ

у формі І / АБО графа. Розглянемо фрагмент І/АБО графа, що відображає виробничу діяльність кооперантів  $K_1$  в рамках реалізації альтернативного варіанту 2.1.1 організації КВ (Табл. 1).

Для аналізу виробничої діяльності кооперантів, відповідно до запропонованого підходу, необхідно скласти таблицю критеріїв (табл. 1), яка подається у вигляді когнітивної карти нижнього рівня (рис. 2).

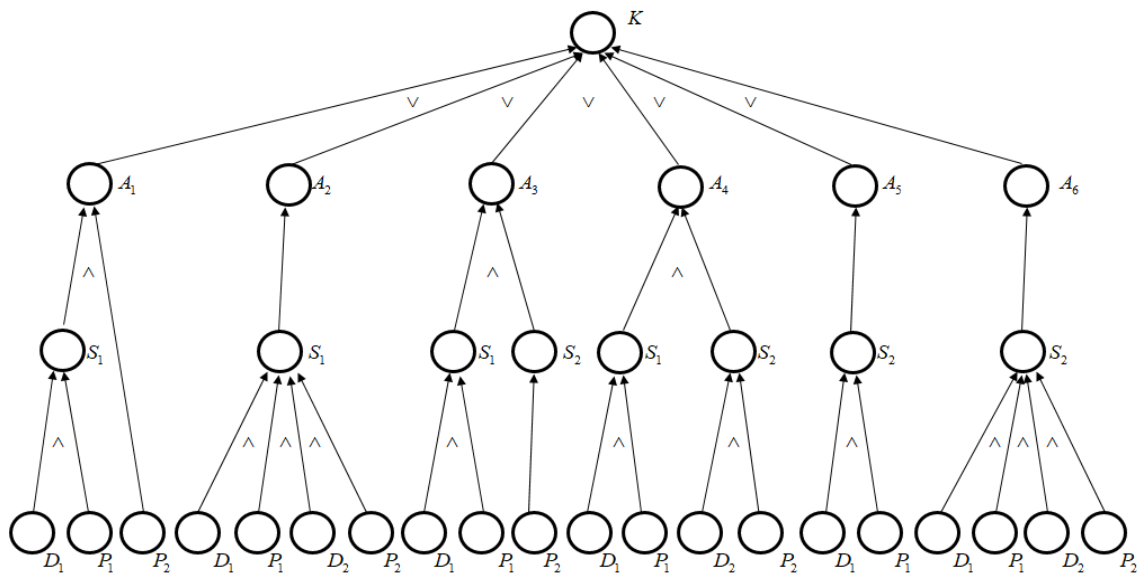


Рис. 1. Когнітивна карта організації КВ у формі І / АБО графа

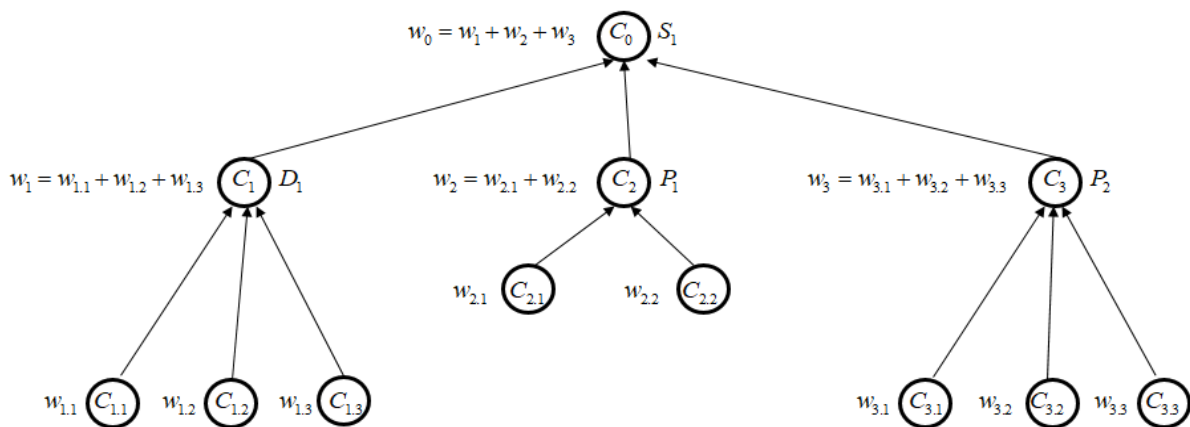


Рис. 2. Когнітивна карта нижнього рівня, що відображає виробничу діяльність кооперантів  $K_1$  в рамках альтернативного варіанту 2.1.1 організації КВ

Таблиця 2 – Критерії досягнення кінцевого цільового стану

Критерій	Зміст критерію
$C_0$	Зниження собівартості будівництва літака
$C_1$	Зниження накладних витрат
$C_2$	Зниження трудовитрат
$C_3$	Зниження вартості матеріалів
$C_{1.1}$	Зниження витрат на утримання і експлуатацію виробничого обладнання
$C_{1.2}$	Зниження цехових накладних витрат
$C_{1.3}$	Зниження загальногосподарських накладних витрат
$C_{2.1}$	Модернізація обладнання або впровадження нових технологій агрегатно-складальних робіт
$C_{2.2}$	Скорочення тривалості стапельних робіт
$C_{3.1}$	Зниження транспортних витрат на доставку сировини і матеріалів
$C_{3.2}$	Зниження вартості оснащення та напівфабрикатів власного виробництва
$C_{3.3}$	Зниження витрат на контрагентні роботи і поставки

Тут  $C_0$  є кінцевим цільовим станом і відображається кореневою вершиною розглянутого фрагмента І / АБО графа. Кінцевий цільовий стан може бути досягнутий при задоволенні критеріїв  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  і т.д. Термінальні вершини когнітивної карти нижнього рівня відповідають простим критеріям (підцілям), які недоречно далі розкладати на складові [17].

В даному випадку, елементарними є підцілі ( $C_{1.1}, C_{1.2}, C_{1.3}, C_{2.1}, C_{2.2}, C_{3.1}, C_{3.2}, C_{3.3}$ ).

На наступному етапі визначаються вагові коефіцієнти вершин І / АБО графа, що характеризують важливість (значущість) відповідних критеріїв (підцілей). При цьому, якщо вершина графа  $C_i$  має вагу  $w_i$  і їй підпорядковані вершини  $C_{i.1} \dots C_{i.n}$  з вагами  $w_{i.1} \dots w_{i.n}$  то має місце умова:

$$w_i = w_{i.1} + w_{i.2} + \dots + w_{i.n}, \quad (1)$$

де числа в правій частині визначають значимість критеріїв (підцілей) відносно один одного.

Найбільш ефективним методом визначення вагових коефіцієнтів вершин дерева цілей, є метод попарних порівнянь. Для його реалізації можуть бути виконані наступні кроки [17]. На графі виділяються дворівневі фрагменти, що складаються з «батьківської» вершини графа, представленого на рис. 2, нульовий ранг має фрагмент, ( $C_0, C_1, C_2, C_3$ ), перший ранг - фрагменти

$$(C_1, C_{1.1}, C_{1.2}, C_{1.3}), (C_2, C_{2.1}, C_{2.2}), (C_3, C_{3.1}, C_{3.2}, C_{3.3}).$$

Для кожного фрагмента І/АБО графа, починаючи з нульового рангу, експерти будують матриці попарних порівнянь значущості критеріїв (табл. 2). У верхніх лівих клітинках крайнього лівого стовпця вказуються ваги батьківських вершин (наприклад, для кореня - кінцевого цільового стану вага  $w(C_0) = 1$  .

На перетині  $C_i$ -го рядка і  $C_j$ -го стовпця вказуються такі значення:

- 1, якщо  $C_i = C_j$ ;
- значенням бала за шкалою порівняльної значимості критеріїв (табл. 3), якщо  $C_i$  більш важливий, ніж  $C_j$ ;
- величині «1 / значення бала», якщо  $C_i$  менш важливий, ніж  $C_j$ .

Вага критерію  $C_i$  обчислюється за формулою:

$$w(C_i) = w(C_{rod.}) \cdot \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n r_{ij}} / \sum_{i=1}^n \left( \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n r_{ij}} \right), \quad (2)$$

де  $w(C_{rod.})$  – вага батьківської вершини фрагмента;  $n$  – число критеріїв (цільових станів) нижнього рівня фрагмента дерева (І/АБО графа).

Таблиця 3 – Шкала порівняльної значимості критеріїв

Лінгвістичний значення	Бали
Однакова значимість критеріїв $C_i$ та $C_j$	1
Деяке (слабке) переважання значимості $C_i$ над значимістю $C_j$	3
Істотне (сильне) переважання $C_i$ над $C_j$	5
Очевидне (дуже сильне) переважання $C_i$ над $C_j$	7
Абсолютна перевага $C_i$ над $C_j$	9
Проміжне значення між сусідніми значеннями шкали	2, 4, 6, 8

Виконані таким чином розрахунки, дозволяють отримати набір коефіцієнтів (ваг) значущості критеріїв (табл. 4). Упорядкувавши їх за зменшенням ваги і прийнявши деяке порогове значення, можна отримати набір найбільш значущих критеріїв.

Таблиця 4 – Матриця попарних порівнянь для нульового та першого рангів ієрархії, представлені когнітивної картою нижнього рівня (рис. 2)

$w(C_0) = 1$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$w$
$C_1$	1	3	5	0,57
$C_2$	1/3	1	3	0,23
$C_3$	1/5	1/3	1	0,2
$w(C_1) = 0,57$	$C_{1.1}$	$C_{1.2}$	$C_{1.3}$	$w$
$C_{1.1}$	1	2	3	0,3
$C_{1.2}$	1/2	1	1/2	0,11
$C_{1.3}$	1/3	2	1	0,16
$w(C_2) = 0,23$	$C_{2.1}$	$C_{2.2}$		$w$
$C_{2.1}$	1	3		0,15
$C_{2.2}$	1/3	1		0,18
$w(C_3) = 0,2$	$C_{3.1}$	$C_{3.2}$	$C_{3.3}$	$w$
$C_{3.1}$	1	3	2	0,12
$C_{3.2}$	1/3	1	1/2	0,06
$C_{3.3}$	1/2	2	1	0,02

Разом з цим, для більш обґрунтованого визначення значущих критеріїв, доцільним є ще й визначення взаємодій елементарних критеріїв, представ-

лених вершинами графа, з яких не виходить стрілок, тобто  $C_{1,1}, C_{1,2}$  та їм аналогічних. Елементарний критерій  $C_i$  взаємодіє (корелює) з критерієм  $C_{ji}, j = \overline{1, n}$ , якщо задоволення критерію  $C_i$ , впливає на задоволення критерію  $C_j$ . Цей вплив може бути двоїстим: прагнення до задоволення критерію  $C_i$  може сприяти або, навпаки, перешкоджати задоволенню  $C_j$ . В першому випадку на перетині рядка  $C_i$  і стовпця  $C_j$  матриці взаємодії (табл.5) проставляється знак «+», а в другому випадку – знак «-». Якщо критерії впливають один на одного, або характер їх взаємозв'язку невідомий, то відповідну клітку матриці необхідно залишити порожній [4]. Сила взаємозв'язку критеріїв оцінюється експертами з використанням шкали взаємозв'язку (табл. 5), вираженою лінгвістичними і числовими значеннями. На головній діагоналі матриці (табл. 6) проставляються значення + 1, що означає абсолютний взаємозв'язок (кореляцію) критерію  $C_j$  самого з собою.

Таблиця 5 – Шкала оцінок взаємозв'язку елементарних критеріїв

Лінгвістичний значення	Числове (бальне) значення
Відсутність взаємозв'язку	0
Дуже слабкий взаємозв'язок	0,1
Слабкий	0,3
Помірний	0,5
Сильний	0,7
Дуже сильний	0,9
Абсолютний взаємозв'язок	1

Ефективність реалізації обговорюваного підходу багато в чому залежить від якості експертного оцінювання, яке, в свою чергу, визначається складом групи експертів (експертної комісії). Для формування експертної комісії пропонується використовувати метод, описаний в роботі [18].

В основу даного методу покладено елементи теорії свідочств Демпстера-Шейфера [19] і теорію парадоксальних та правдоподібних міркувань Дезера-Смарандаке [20]. Безпосередня реалізація методу передбачає виконання таких кроків.

1. Формування експертної  $E = \{E_j | j = \overline{1, m}\}$  комісії.

2. Пред'явлення членам експертної комісії множини  $A = \{A_i | i = \overline{1, n}\}$  і отримання від них множини  $X_j = \{x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_m\}$  індивідуальних експертних оцінок.

3. Перевірка множини  $X_j$  індивідуальних оцінок на узгодженість. У разі, якщо в складі експертної комісії не більше двох експертів - ступінь узгодженості оцінюється на основі коефіцієнта рангової кореляції Спірмена, в іншому випадку - на основі коефіцієнта конкордації Кенделла-Сміта.

4. Якщо ступінь узгодженості індивідуальних оцінок допустимий, обчислення узагальненої

оцінки шляхом усереднення значень елементів множини  $X_j = \{x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_m\}$  на основі медіани Кемені:  $Arg \min_a \sum_{i=1}^l d(a_i, a)$ .

5. У разі недостатньої узгодженості індивідуальних оцінок - проведення ранжування альтернатив

$$R_{n\text{доc}} : \{A_1 \succ A_2 \succ \dots \succ A_j \succ \dots \succ A_n\} \vee \{A_1 \succ A_2 \sim A_3 \succ \dots \succ A_{j-1} \sim A_j \succ \dots \succ A_n\}$$

і оцінки ступеня їх сумісності. Якщо експертні свідочства виявилися роздільними (непов'язаними) - переформування експертної комісії.

6. В залежності від ступеня сумісності експертних свідчень - застосування правила комбінування Демпстера, або досягнення кон'юнктивного консенсусу на основі правила комбінування Дезера-Смарандаке.

7. Обчислення узагальненої оцінки  $X_{y3}$  за підсумками роботи експертної комісії.

Припустимо, для визначення рівня компетенції членів майбутньої експертної комісії HR-менеджером створено список з 6 професійних і особистісних компетенцій: професійна  $K_1$  компетентність; наукова інтуїція ( $K_2$ ); зацікавленість в об'єктивних результатах експертизи ( $K_3$ ); зібраність ( $K_4$ ); комунікативність ( $K_5$ ); незалежність суджень ( $K_6$ ). Далі, за участю топ-менеджменту компанії-учасника переговорів щодо організації КВ, HR-менеджером формується вектор пріоритетів (вагових коефіцієнтів компетенцій)  $P = \{p_i | i = 1, 6\} = \{0,42891; 0,2499; 0,13513; 0,0558; 0,04983; 0,08043\}$ . Значення вектора пріоритетів  $P$  були отримані, використовуючи оцінку геометричного середнього.

Припустимо, була сформована група з 7 чоловік,  $E = \{E_j | j = \overline{1, 7}\}$  за своїми якостями здатних провести оцінку альтернативних варіантів організації КП. Відповідно до затвердженого набору компетенцій, топ-менеджментом компанії-учасника переговорів щодо організації КВ були оцінені професійні і особистісні якості групи експертів і призначені ступені переваги за правилом [18]: 3 - слабка перевага, 5 - суттєва перевага, 7 - значна перевага, 9 - абсолютна перевага, значення 4, 6, 8 - відповідають проміжним судженням між кожними двома послідовними парами розглянутих значень. Результати наведені в табл. 5.а.

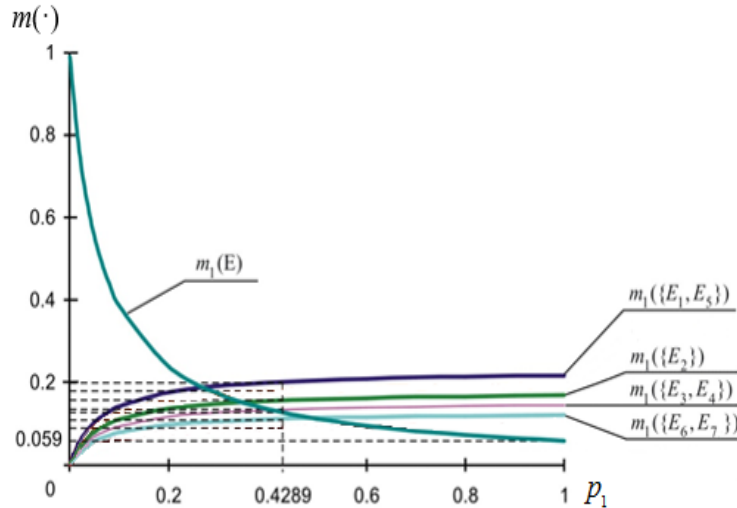
Таблиця 5.а – Оцінки (ступені переваги) експертів

№	Експерти	Компетенції						
		1	2	3	4	5	6	
		$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	
1	$E_1$	Експерт 1	9	8	7	5	9	5
2	$E_2$	Експерт 2	7	9	9	7	5	6
3	$E_3$	Експерт 3	6	7	55		8	5
4	$E_4$	Експерт 4	6	8 8		8	9	9
5	$E_5$	Експерт 5	9		6	8	5	8
6	$E_6$	Експерт 6	5	9	5	7 7 7		
7	$E_7$	Експерт 7	5	7	99	8		9

В ході проведення аналізу, наприклад для компетенції  $K_1$  - «професійна компетентність», було сформоване ранжування виду:

$$\{E_1 \sim E_5\} \succ E_2 \succ \{E_3 \sim E_4\} \succ \{E_6 \sim E_7\}.$$

Для кожної виділеної підмножини була розрахована основна маса ймовірності. На рис. 3 зображено графік залежності значення основної маси ймовірності від величини ваги  $p_1$  компетенції  $K_1$  (професійна компетентність), при цьому величина



**Рис. 3.** Графічне представлення залежності  $m(\cdot)$  від величини  $p_1$  ваги компетенції  $K_1$  (професійна компетентність експертів)

Зі збільшенням  $p_1$ , значення  $m_1(\{E_1, E_5\})$ ,  $m_1(\{E_2\})$ ,  $m_1(\{E_3, E_4\})$ , плавно зростають. Маса ймовірності  $m_1(\{E_1, E_5\})$  має максимальне значення, оскільки альтернативі  $\{E_1, E_5\}$  був призначений максимальний ступінь переваги 9, який визначає його перевагу даної особи перед іншими претендентами на включення до складу експертної комісії.

При  $p_1 = 0,42890$  значення  $m_1(\cdot)$  відповідають розрахованим основним масам ймовірності:

$$m_1(\{E_1, E_5\}) = 0,201; \quad m_1(\{E_3, E_4\}) = 0,134;$$

$$m_1(\{E_2\}) = 0,157; \quad m_1(\{E_6, E_7\}) = 0,112.$$

Для отримання узагальненої оцінки необхідно скомбінувати основні значення ймовірності, отримані по кожній компетенції. Для визначення порядку комбінування свідочств були розраховані значення відмінності між окремими свідченнями, при цьому справедлива умова  $d_J(m_i, m_j) = d_J(m_j, m_i)$ .

Результати розрахунку значень відмінності  $d_J(m_i, m_j)$  для підсумкових свідочств:

$$\begin{aligned} d_J(m_1, m_2) &= 0,258; & d_J(m_1, m_3) &= 0,239; \\ d_J(m_1, m_4) &= 0,358; & d_J(m_1, m_5) &= 0,358; \\ d_J(m_1, m_6) &= 0,265; & d_J(m_2, m_3) &= 0,225; \\ d_J(m_2, m_4) &= 0,292; & d_J(m_2, m_5) &= 0,287; \\ d_J(m_2, m_6) &= 0,215; & d_J(m_3, m_4) &= 0,246; \\ d_J(m_3, m_5) &= 0,239; & d_J(m_3, m_6) &= 0,184; \end{aligned}$$

$p_1$  змінюється в діапазоні від 0 до 1. З рис. 3 видно, що з ростом величини  $p_1$  плавно зменшується значення  $m_i(E)$  (величина повного незнання, невизначеності), при  $p_1 = 1$  значення повного незнання досягає свого мінімуму і відповідає величині  $m_i(E) = 0,059$ . Значення  $m_i(E)$  досягає максимуму (тобто дорівнює 1), при  $p_1 = 0$ , тобто чим менше значимість компетенції (критерію), тим більше величина незнання (зростає невизначеність).

$$\begin{aligned} d_J(m_4, m_5) &= 0,138; & d_J(m_4, m_6) &= 0,165; \\ d_J(m_5, m_6) &= 0,176. \end{aligned}$$

Найменше значення відстані  $d_J(m_i, m_j)$  між групами свідочств  $m_i(\cdot)$  і  $m_j(\cdot)$  було отримано для  $d_J(m_4, m_5)$ . Отже, першими повинні бути зкомбіновані групи свідчень  $m_4(\cdot)$  та  $m_5(\cdot)$ . Після цього була знайдена міра відмінності між розрахованим  $m_{45}(\cdot)$  і підсумковими,  $m_1(\cdot)$ ,  $m_2(\cdot)$ ,  $m_3(\cdot)$  та  $m_6(\cdot)$ . Знайдене мінімальне значення відстані між групами свідочств визначає підсумкові (комбіновані) підмножини і відповідні їм  $m_{ij}(\cdot)$ .

На основі описаної процедури було отримано порядок комбінування свідочств:

1.  $m_{45} = m_4 \oplus m_5$ ;  $d_J(m_4, m_5) = 0,138$ ;
2.  $m_{456} = m_{45} \oplus m_6$ ;  $d_J(m_{45}, m_6) = 0,122$ ;
3.  $m_{1456} = m_1 \oplus m_{456}$ ;  $d_J(m_1, m_{456}) = 0,181$ ;
4.  $m_{23} = m_2 \oplus m_3$ ;  $d_J(m_2, m_3) = 0,225$ ;
5.  $m_{123456} = m_{23} \oplus m_{1456}$ ;  $d_J(m_{23}, m_{1456}) = 0,146$ .

де  $\oplus$  - правило комбінування свідочств на основі кон'юнктивного консенсусу.

У таблиці 5.6 наведені підсумкові підмножини, отримані шляхом комбінування виділених підмножин за компетенціями  $K_1$  та  $K_2$  з урахуванням того, що джерела вважаються незалежними і достовірними. Далі проводиться розрахунок результую-



чих мас ймовірності для виділених підмножин, з використанням правила комбінування Демпстера.

Розраховані відповідно до методики, викладеної в [20], значення функцій довіри  $Bel(\{E_i\})$  та правдоподібності  $Pl(\{E_i\})$  для кожного елемента множини,  $E = \{E_i | i = \overline{1,7}\}$  наведені в таблиці 5.в.

Сформовані інтервали  $[Bel(E_i); Pl(E_i)]$  характеризують інтервал невизначеності, пов'язаний з вибором  $E_i$ . Така невизначеність може бути відображенням невизначеності вихідних оцінок експертів.

Ситуація, при якій невизначеність результуючих оцінок більше невизначеності вихідних експертних оцінок, в значній мірі ускладнює інтерпрета-

цію отриманих результатів і робить проблематичним отримання обґрунтованих висновків.

Наближення значення функції  $Bel(E_i)$  до значення функції  $Pl(E_i)$  характеризується зниженням рівня невизначеності.

На основі даних табл. 5.в однозначно визначити результуюче ранжування неможливо, оскільки отримані інтервали перекриваються і деякі з них є вкладеними. Для переведення інтервальних оцінок в точкові, приймемо значення коефіцієнта  $\gamma$ , рівним 0,6.

Агреговані оцінки об'єктів, які аналізуються (елементи множини  $E$ ), отримані на основі застосування правила Демпстера, наведені в табл. 5.д.

Таблиця 5.б – Перетин виділених підмножин за компетенціями  $K_1$  та  $K_2$

		Компетенція $K_1$				
		$\{E\}$	$\{E_1, E_5\}$	$\{E_2\}$	$\{E_3, E_4\}$	$\{E_6, E_7\}$
Компетенція $K_2$	$\{E_1, E_4, E_5\}$	$\{E_1, E_5\}$	$\emptyset$	$\{E_4\}$	$\emptyset$	$\emptyset$
	$\{E_2, E_6\}$	$\emptyset$	$\{E_2\}$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\{E_6\}$
	$\{E_3, E_7\}$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\{E_3\}$	$\{E_7\}$
	$\{E\}$	$\{E_1, E_5\}$	$\{E_2\}$	$\{E_3, E_4\}$	$\{E_6, E_7\}$	

Таблиця 5.в – Інтервали, сформовані на основі функцій довіри та правдоподібності

Правило	Експерти							
	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$	$E_8$
Комбінування свідчень по правилу Демпстера	[0,088; 0,1608]	[0,1153; 0,1587]	[0,0569; 0,1076]	[0,0959; 0,1594]	[0,0769; 0,1338]	[0,0677; 0,121]	[0,1136; 0,1821]	0,0135

Таблиця 5.д – Агреговані оцінки членів експертної комісії

Правило	Експерти						
	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$
Комбінування свідчень Демпстера	0,11714	0,13268	0,07716	0,12133	0,09968	0,08903	0,14099

Розрахунки, виконані на основі правила комбінування свідчень Демпстера дозволяють зробити наступні висновки:

1. За результатами, представленими в таблицях 5.в і 5.д, найбільші значення функцій довіри і правдоподібності належать вибору експертом  $\{E_7\}$ .

2. Ступінь довіри експерту  $\{E_7\}$  знаходиться в межах від 0,011 до 0,326.

3. Рівень конфлікту варіюється в межах від 0,25 до 0,46, що свідчить про наявність деякого конфлікту між окремими групами свідочів.

4. Сумарне значення всіх мас ймовірності виділених фокальних елементів більша за масу ймовірності, що відноситься до основи аналізу

$$\left(\sum_{i=1}^p m_j(X_i) > m_j(E), j = \overline{1,7}\right).$$

5. Судження топ-менеджменту компанії-учасника переговорів щодо організації КВ про склад експертної комісії можна вважати сумісними, а значить кон'юнктивний консенсус досягнутий.

В результаті проведених розрахунків були отримані нормовані значення коефіцієнтів компетентності майбутніх експертів, вони, відповідно, дорівнюють:

$$\Omega = \{\omega_i | i = \overline{1,7}\} = \{0,118; 0,133; 0,075; 0,12; 0,097; 0,085; 0,142\}.$$

На підставі значень вектору  $\Omega$  було отримано ранжування майбутніх членів експертної комісії з урахуванням їх компетентності:

$$E_7 \succ E_2 \succ E_4 \succ E_1 \succ E_5 \succ E_6 \succ E_3.$$

Експерт  $E_7$  визнаний найбільш компетентним в експертній групі (за рішенням даного завдання), експерт  $E_3$  визнаний найменш компетентним в групі.

Наступними етапами обговорюваного підходу є агрегація експертних оцінок, вибір альтернатив і підготовка рекомендацій для ОПР.

Завдання агрегації експертних оцінок зводиться до визначення інтегральної оцінки  $Q_i$ , яка враховує вплив  $C_i$  на всі вершини, що відображають підцілі на І / АБО графі.

Така оцінка визначається за допомогою формування матриці (табл. 5), шляхом обрахування алгебраїчної суми виду [21]:

$$Q_i = \sum_{j=1}^m w_j \cdot v_{ij}, \quad (3)$$

де  $w_j$  - вага критерію  $C_j$ ;  $v_{ij}$  - експертна оцінка з урахуванням знака, який вписаний до клітки  $(C_i, C_j)$  матриці взаємодії (коефіцієнт кореляції

$C_i \subset C_j$ ). Іншими словами - це алгебраїчна сума значень, вписаних в клітини цього рядка і значень ваги з верхнього рядка табл. 6.

Таблиця 6 – Матриця взаємозв'язку елементарних критеріїв і формування інтегрованих оцінок

Ваги ( $w$ )	0,3	0,11	0,16	0,15	0,08	0,12	0,06	0,02	Інтегральна оцінка критерію	Вибрані критерії
Елементарні критерії	$C_{1.1}$	$C_{1.2}$	$C_{1.3}$	$C_{2.1}$	$C_{2.2}$	$C_{3.1}$	$C_{3.2}$	$C_{3.3}$		
$C_{1.1}$	+1,0			+0,5	+0,1		+0,5	+0,3	0,49	$C_{1.1}=0,49$
$C_{1.2}$		+0,1	+0,1			+0,1	+0,3		0,156	
$C_{1.3}$	+0,3	+0,5	+0,1	+0,3				+0,1	0,352	$C_{1.3}=0,352$
$C_{2.1}$	+0,5			+0,1	+0,7		+0,3		0,455	$C_{2.1}=0,455$
$C_{2.2}$	+0,1			+0,7	+0,1			+0,1	0,217	
$C_{3.1}$						+0,1			0,12	
$C_{3.2}$	+0,1			+0,3			+0,1		0,135	
$C_{3.3}$		+0,1	+0,1		+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	0,073	

Інтегральні оцінки дозволяють ранжувати критерії за принципом: критерій  $C_i$  має тим більшу значущість, чим більше його оцінка  $D_i$ . Ця обставина визначає можливість вибору найбільш важливих критеріїв.

Наприклад, на підставі даних табл. 6, найбільш значущими є критерії:  $C_{1.1}=0,49$  - зниження витрат на утримання та експлуатацію устаткування;  $C_{2.1}=0,455$  - модернізація технології агрегатно-складальних робіт;  $C_{1.3}=0,352$  - зниження загально-заводських накладних витрат.

Наступним етапом реалізації розроблюваного підходу є проведення «м'якого аналізу» альтернативних варіантів організації КВ, для чого будуть використані елементи теорії нечітких множин.

Спроби вирішення завдання ефективної організації командної взаємодії при вирішенні прикладних задач в різних предметних областях робляться з кінця минулого століття, при цьому дослідники використовують такі методи і засоби: технології розподіленого рішення задач паралельного проєктування [22], загальні архітектури або платформи інженерних і промислових застосунків [23], мультиагентні та мультиекспертні системи [24] і т.д.

Системи підтримання колективної роботи прийнято розділяти на два класи: мультиекспертні системи (використовують концепцію «класної дошки») і мультиагентні системи. У мультиекспертних системах кожен фахівець (іноді званий «джерелом знань») має доступ та інформація, що фахівець хоче повідомити іншим. У мультиагентній системі кожен агент незалежний і має власне уявлення про поточну ситуацію в системі. Ця відмінність полягає не стільки в реалізації, скільки в концепції. У разі «класної дошки», ми маємо можливість бачити систему в цілому, що позитивно позначається на її цілісності, але має ряд недоліків. По-перше, «класна дошка» може виявитися вузьким місцем комунікацій в системі. По-друге, виникають проблеми забезпечення

загального уявлення, оскільки різні інструменти використовують різні форми представлення своїх даних, і немає особливого резону доставляти дані в загальне місце, де далеко не кожен буде здатний їх зрозуміти. По-третє, протягом життєвого циклу продукту можуть з'являтися нові інструментальні засоби, впровадження яких буде породжувати зміну структури середовища проєктування. У мультиагентній системі кожен агент будує власну модель поточного рішення, при цьому ґрунтуючись на своїх даних, і даних, що отримані ним від інших агентів. У таких системах є комунікаційний протокол і формат повідомлень (мова комунікацій), відповідно до яких повинні оформлятися запити і відповіді. Узагальнено можна сказати, що агенти автономні і гетерогенні, тобто відсутня єдина система управління. Комунікації між агентами можуть бути синхронними і асинхронними, спрямованими (peer-to-peer), загальними (broadcast) або груповими (multicast). Важливо, що семантика повідомлень між агентами повинна бути високого рівня. Це означає не тривіальне пересилання команд на запуск / зупинку, а повну реалізацію інформаційних потоків між агентами в системі, шляхом обміну повідомленнями на мові, аналогічній мові високого рівня в програмуванні.

Структура досліджень в області багатоагентних систем в даний час дуже широка і її можна порівняти за своїм масштабом з широтою досліджень в області штучного інтелекту. Це не випадково, оскільки обумовлено інтегрованістю самого поняття такої системи, складністю архітектури і різноманітним компонент кожного окремого агента, різноманітним математичних і програмних засобів, що використовуються при його описі і розробці, складністю структури і різноманітністю варіантів взаємодії агентів між собою, складністю і різноманітністю компонент зовнішнього середовища, в якій функціонують агенти, і т.д.

У нашому випадку, під агентом слід розуміти механізм інкапсуляції та обміну розподіленими знаннями і функціями. Кожен агент - це процес, що

володіє певною частиною знань про об'єкт проектування і можливістю обмінюватися цими знаннями з іншими агентами.

Залежно від типу, агент може підтримувати й інтерфейс з користувачем. Під багатоагентною системою будемо розуміти багатокомпонентну систему, що складається з агентів зі специфікованим інтерфейсом.

Використання технології розподілених об'єктів на сьогоднішній день може розглядатися як необхідна, але, мабуть, не достатня умова для забезпечення єдиного інформаційного простору (в тому числі простору знань). З нашої точки зору, найбільш прийнятні рішення лежать у використанні агентно-орієнтованої архітектури в якості каркаса системи, у якій агенти забезпечують динамічне зв'язування і взаємодію, використовуючи стандартні інтерфейси і формати даних (або знань). При цьому вся бізнеслогіка роботи системи може забезпечуватися різними засобами - від найпростіших застосунків до інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Важливим є той факт, що використання агентного підходу в такому випадку зробить спочатку закриті системи відкритими і забезпечить можливість інтеграції їх в єдиний інформаційний простір. При цьому також не будуть втрачені цінні дані (знання), що зберігаються в цих системах.

Застосування агентного підходу до побудови інтелектуальних систем підтримки переговорів дасть в результаті можливість реалізації СППР як єдиної системи з розподіленим інтелектом, яка має безліч позитивних властивостей: це і обробка інформації, наближена до місць її отримання, підвищення надійності та відмовостійкості системи в цілому,

ефективне розпаралелювання роботи різних структурних одиниць підприємства, забезпечення повної спостережливості системи (що абсолютно неможливо в разі використання монолітної системи).

### Висновки і перспективи подальших досліджень

1. Проведено критичний огляд існуючих комп'ютерних систем підтримання процесу переговорів на етапі ініціації проектів коопераційного виробництва повітряних суден, який показав недоцільність, а в ряді випадків і неможливість безпосереднього застосування наявних на ринку програмного забезпечення засобів.

2. Показано, що для визначення значень змінних «ваг» виграшу кожного учасника переговорів, на відповідній фазі ПОКВ необхідно використання методів MAULT (Multi-Attribute Utility Theory) і АНР (Analytic Hierarchy Process).

3. Описана формальна постановка задачі інформаційного підтримання переговорів по організації коопераційного виробництва повітряних суден, і показана необхідність її доповнення спеціальними методичними засобами для адекватного використання в якості математичного забезпечення відповідної комп'ютерної системи.

4. Запропоновано підхід до розробки СППР ПОКВ на основі методів конфліктного менеджменту, ситуаційного аналізу, нечіткої логіки і колективного експертного оцінювання.

5. Обґрунтовано, що для програмної реалізації системи інформаційного підтримання переговорів по організації коопераційного виробництва доцільне використання технології програмних агентів.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Whitty, S.J. and Schulz, V.F. The PM BOK CODE. - 20-th IPMA World Congress on Project Management, 1, P. 466-472, 2006.
- Поспелов Д.А. Ситуаційне управління: теорія і практика. - М.: Наука. - Гл. ред. фіз.-мат літ., 1986. - 288 с.
- Killmann, R.H. and Thomas, K.W. Developing a Forced-Choice Measure of Conflict-Handling Behavior: The MODE Instrument, Educational and Psychological Measurement, Vol. 37, №2 (1977), P. 309-325.
- Лебедева М.М. Вітчизняні дослідження процесу ведення переговорів: історія розвитку та перспективи // Вісник МГУ. Сер.18. Соціологія і політологія. - 2000. - №1. - С.154-165.
- Тарасов В.Б. Від багатоагентних систем до інтелектуальним організаціям. - М.: Едіторіал УРСС, 2002.
- Рассел С., Норвіг П. Штучний інтелект: сучасний підхід, 2-е вид. : Пер. з англ. - М.: Видавничий дім «Вільямс», 2006. - 1408 с.
- Eom S.B. Decision support systems research: reference disciplines and a cumulative tradition // The International Journal of Management Science. - 1995 / - Vol. 23. №5. - P. 511-523.
- Кислякова Я.В., Тарасов В.Б. Комп'ютерні системи підтримки переговорів // Прикладна інформатика - 2005, №4, - Москва, С. 46-51.
- Максимов В.І., Корноушенко Е.К., Качаев С.В. Когнітивні технології для підтримки прийняття управлінських рішень // Інформаційне суспільство. -1999. - №2. - С. 50-54.
- Кулинич А.А. Комп'ютерні системи моделювання когнітивних карт: підходи і методи // Проблеми управління. - 2010. - №3. - С. 2-16.
- Волков В.Ю., Волкова В.В. Інструментальні засоби когнітивного моделювання в системах підтримки прийняття рішень // Вісник Міжнародної академії системних досліджень. Інформатика, екологія, економіка. - 2016. -Т. 18., №1. - С. 104-108.
- Кривова С.Г., Зубаньов О.Є. Підходи щодо корекції ранніх стадій проектів наукоємного машинобудування // Технологічні системи - 2019, №4 (89), - Київ, С. 45-49.
- Трахтенгерц Е.А. Аналіз ведення ділових переговорів за допомогою комп'ютерних систем підтримки прийняття групових рішень // Проблеми управління. Інформаційні технології в управлінні - 2002. - №1. - С. 13-28.
- Трахтенгерц Е.А. Комп'ютерні системи підтримки управлінських рішень // Изв. РАН. Теорія і системи управління. - 2003. - №6. - С. 98-123.
- Сигорський В.П. Математичний апарат інженера. - К.: «Техніка», 1975, 768 с.

16. Тверетіна О.В., Шостак І.В. Аналіз баз знань продукційного типу на основі I / АБО графа // Вісник Харківського державного політехнічного університету. Вип 79: Нові рішення в сучасних технологіях - 2000. - С. 17-18.
17. Юдицький С.А. Цільове моделювання організаційних систем / С.А. Юдицький // Прилади і системи управління. - 2000. - №6. - С. 82-86.
18. Шостак О. І. Формування команд виконавців високотехнологічних проектів на інноваційних підприємствах з використанням експертного оцінювання сценаріїв // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія: механіко-технологічні системи та комплекси: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «ХПІ». Харків, 2015. Вип. 36 (1145). С. 57-63.
19. Shafer G. A Mathematical Theory of Evidence. Princeton: Princeton University Press, 1976. 297 p.
20. Smarandache F., Dezert J. Advances and applications of DSmt [Electronic resource] // Rehoboth: American Research Press, 2004. Vol. 1. 438 p. URL: <http://www.gallup.unm.edu/~smarandache/DSmT-book1.pdf>. (date of the application 27.11.2014).
21. Коваленко І.І., Швед А.В. Експертні технології підтримки прийняття рішень: монографія // І.І. Коваленко, А.В. Швед. - Миколаїв: Іліон, 2013. - 216 с.
22. McGuire J.M., Kuokka D.R., Weber J.C., Gruber T.R., Olsen G.R. SHADE: Technology for Knowledge-Based Collaborative Engineering, *Journal of Concurrent Engineering: Applications and Research*. - 1993. - v.1 (3) (<http://citeseer.ist.psu.edu/mcguire93shade.html>).
23. Шостак І.В., Топал А.С., Устинова А.Н., Кузнецов Д.А. Синтез ІСППР з управління складними об'єктами з використанням нечіткої логіки та онтологічного підходу // Вісті Академії інженерних наук України. - 2004. - №4 (24). - С. 133 - 138.
24. Сіроджа І.Б., Шостак І.В., Топал А.С. Інтеграція знань у виробничих системах штучного інтелекту на основі мульти-агентної технології // авіаційно-космічна техніка і технологія. - 2002. - Вип. 34. - С. 226 -232.

## REFERENCES

1. Whitty, S.J. and Schulz, V.F. (2006), The PM BOK CODE. - *20th IPMA World Congress on Project Management*, No.1, pp. 466-472.
2. Pospelov, D.A. Situational management: theory and practice. - M.: Science. - Ch. ed. Phys.-Math Lit., 1986. - 288 p.
3. Killmann, R.H. and Thomas, K.W. (1977), Developing a Forced-Choice Measure of Conflict-Handling Behavior: The MODE Instrument, *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 37, No.2, pp. 309-325.
4. Lebedeva, M.M. (2000), Domestic research of the negotiation process: history of development and prospects // *Bulletin of the Moscow State University. Vol.18. Sociology and political science*, No.1, pp.154-165.
5. Tarasov, V.B. (2002), From multi-agent systems to intelligent organizations. - M.: Editorial URSS.
6. Russell, S., Norvig, P. (2006), *Artificial intelligence: a modern approach*, 2nd ed.: Per. from English - M.: Williams Publishing House, P. 1408.
7. Eom, S.B. (1995), Decision support systems research: reference disciplines and a cumulative tradition, *The International Journal of Management Science*, Vol. 23, No.5, pp. 511-523.
8. Kislyakova, Y.V., Tarasov, B.V. (2005), Computer systems for negotiation support, *Applied Informatics, Moscow*, No.4, pp. 46-51.
9. Maksimov, V.I., Kornushenko, E.K., Kachaev, S.V. (1999), Cognitive technologies to support management decisions, *Information Society*, No.2, pp. 50-54.
10. Kulinich, A.A. (2010), Computer systems for modeling cognitive maps: approaches and methods, *Problems of management*, No.3, pp. 2-16.
11. Volkov, V.Y., Volkova, V.V. (2016), Cognitive modeling tools in decision support systems, *Bulletin of the International Academy of Systems Research. Informatics, ecology, economics*, 18, No.1, pp. 104-108.
12. Krivova, S.G., Zubanov, O.E. (2019), Approaches to the correction of early stages of science-intensive engineering projects, *Technological systems, Kyiv*, No.4(89), pp. 45-49.
13. Trachtengertz, E.A. (2002), Analysis of business negotiations with the help of computer systems to support group decision making, *Management Problems. Information technologies in management*, No.1, pp. 13-28.
14. Trachtengertz, E.A. (2003), Computer systems for supporting management decisions, *Izv. RAS. Theory and control systems*, No.6, pp. 98-123.
15. Sigorsky, V.P. (1975), Mathematical apparatus of an engineer, K.: "Technology", P. 768.
16. Tveretina, O.V., Shostak, I.V. (2000), Analysis of knowledge bases of production type on the basis of I / OR graph, *Bulletin of Kharkiv State Polytechnic University. Issue 79: New solutions in modern technologies*, pp. 17-18.
17. Yuditisky, S.A. (2000), Target modeling of organizational systems, *Devices and control systems*, No.6, pp. 82-86.
18. Shostak, O.I. (2015), Formation of teams of executors of high-tech projects at innovative enterprises with the use of expert evaluation of scenarios, *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: mechanical-technological systems and complexes: coll. Science. etc. / Nat. tech. KhPI University. Kharkiv*, Issue. 36 (1145), pp. 57-63.
19. Shafer, G.A. (1976), *Mathematical Theory of Evidence*. Princeton: Princeton University Press, P. 297.
20. Smarandache, F., Dezert, J. (2004), Advances and applications of DSmt, *Rehoboth: American Research Press*, Vol.1. P. 438. URL: <http://www.gallup.unm.edu/~smarandache/DSmT-book1.pdf>.
21. Kovalenko, I.I., Swede, A.V. (2013), Expert technologies of decision support: monograph, Mykolaiv: Ilion, P.216.
22. McGuire, J.M., Kuokka, D.R., Weber, J.C., Gruber, T.R., Olsen, G.R. (1993), SHADE: Technology for Knowledge-Based Collaborative Engineering, *Journal of Concurrent Engineering: Applications and Research*, 1(3). (<http://citeseer.ist.psu.edu/mcguire93shade.html>).
23. Shostak, I.V., Topal, A.S., Ustinova, A.N., Kuznetsov, D.A. (2004), Synthesis of ISPPR for control of complex objects using fuzzy logic and ontological approach, *Bulletin of the Academy of Engineering Sciences of Ukraine*, No.4 (24), pp. 133 - 138.
24. Sirodzha, I.B., Shostak, I.V., Topal, A.S. (2002), Integration of knowledge in production systems of artificial intelligence on the basis of multiagent technology, *Aerospace engineering and technology. - Kharkiv: National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute"*, 34, pp. 226 -232.

## ABOUT THE AUTHORS / ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Шостак Ігор Володимирович** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна;

**Igor Shostak** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Software Engineering, National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, Kharkiv, Ukraine;  
e-mail: [iv.shostak@gmail.com](mailto:iv.shostak@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6428-2831>.

**Кривова Світлана Георгіївна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри управління проектами, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна;

**Svetlana Kryvova** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Project Management, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky", Kyiv, Ukraine;  
e-mail: [sh.kryvova@gmail.com](mailto:sh.kryvova@gmail.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2700-8469>.

**Зубаньов Олександр Євгенійович** – магістр, провідний інженер, АТ «Український науково-дослідний інститут авіаційної технології», Київ, Україна;

**Alexander Zubanyov** – Leading Engineer, JSC "Ukrainian Research Institute of Aviation Technology", Kyiv, Ukraine;  
e-mail: [info@ukrniat.com](mailto:info@ukrniat.com); ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8649-1450>.

**Информационная поддержка процесса проведения переговоров  
на этапе инициации проектов кооперационного производства в самолетостроении**

И. В. Шостак, С. Г. Кривова, А. Е. Зубанев

**Аннотация.** Рассмотрены особенности проведения первой стадии (инициации) переговоров по организации кооперационного производства воздушных судов. Показано, что этой стадии присущ недопустимо высокий уровень рисков, обусловленный, с одной стороны, вероятностью значительных дополнительных финансовых затрат в ходе реализации проекта, а с другой - потери потенциальных кооперантов, в случае недостижения консенсуса между участниками переговоров. Проведен критический обзор существующих компьютеризированных систем поддержки переговоров. Сделан вывод о существовании проблемы, которая заключается в недостаточной эффективности переговорного процесса на этапе инициации проектов кооперационного производства воздушных судов в результате, в том числе, и отсутствия специализированных компьютерных средств информационной поддержки, которые при формировании соответствующих решений, предоставляли бы возможность учесть специфику как самого этапа инициации проектов, так и предметной области «Кооперационное производство в самолетостроении». Исходя из особенностей данной проблемы, сформулированы цель статьи, а именно разработка эффективных средств информационного поддержания переговоров о кооперационном производстве на начальном этапе (инициации), которые обеспечат экономию финансов, во-первых, за счет сокращения сроков переговоров, а во-вторых - снижения вероятности принятия нерациональных решений, приводящих к дополнительным затратам при реализации проекта. Исходя из специфики предметной области, сделан вывод о необходимости разработки проблемно-ориентированных методических средств, а на их основе - специализированной программной системы поддержки принятия решений переговорщиков при инициации проектов кооперационного производства в самолетостроении. Как формальную основу для построения таких систем предложено использовать агентный подход с элементами теории ситуационного управления. Результаты исследования проиллюстрированы с использованием условных сценариев.

**Ключевые слова:** самолетостроение; кооперационное производство; инициация проекта; система поддержки принятия решений; программные агенты; агентный подход; ситуационное управление; когнитивная карта.

**Information support of the negotiation process at the stage of initiation  
of the cooperative production project in aircraft**

Igor Shostak, Svetlana Kryvova, Alexander Zubanyov

**Abstract.** The peculiarities of the first stage (initiation) of negotiations on the organization of cooperative production of aircraft are considered. It is shown that this stage is characterized by an unacceptably high level of risk, due, on the one hand, the likelihood of significant additional financial costs during the project, and on the other - the loss of potential subcontractors, if no consensus is reached between negotiators. A critical review of existing computerized negotiation support systems was conducted. It is concluded that there is a problem that is insufficient efficiency of the negotiation process at the stage of initiating projects of cooperative production of aircraft due to, including, the lack of specialized computer information support, which in making appropriate decisions would allow to take into account the specifics stage of project initiation, and the subject domain "Cooperative production in aircraft". Based on the specifics of this problem, the purpose of the article is formulated, namely the development of effective means of information support for negotiations on cooperative production at the initial stage (initiation), which will save money, firstly, by reducing the negotiation time, and secondly - reducing irrational decisions that lead to additional costs during project implementation. Based on the specifics of the subject domain, the conclusion is made about the need to develop problem-oriented methodological tools, and on their basis - a specialized software system for decision support (DSS) negotiators in initiating projects of cooperative production in aircraft. As a formal basis for the construction of such systems, it is proposed to use an agent approach with elements of situational management theory. The results of the study are illustrated using conditional scenarios.

**Keywords:** aircraft; cooperative production; project initiation; decision support system; software agents; agent approach; situational management; cognitive map.