

УДК 004.05:629.7.01

А.В. Каратанов, Е.А Дружинин

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков*

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА**

*Рассмотрен экспертный подход к выбору средств информационной поддержки проектирования изделий авиационной техники в рамках метода формирования единого информационного пространства. Приведен анализ методов оценки качества экспертов для формирования экспертной группы и методов анализа экспертных оценок. Представлена реализация процесса обработки результатов экспертного оценивания комплекса информационных технологий, формирующих единое информационное пространство. Нахождение результирующего мнения группы экспертов осуществляется посредством нахождения модифицированной медианы Кемени.*

**Ключевые слова:** *единое информационное пространство, авиационная техника, проектирование, информационные технологии, информационная поддержка жизненного цикла, методы анализа экспертных оценок, медиана Кемени.*

### **Введение**

Использование единого информационного пространства (ЕИП) является основой системной информационной поддержки жизненного цикла изделий (ИПИ) наряду с другими базовыми принципами CALS-технологий, такими как информационная интеграция за счет стандартизации информационного описания объектов управления; безбумажное представление информации и использование электронно-цифровой подписи; параллельный инжиниринг и непрерывное совершенствование бизнес-процессов на основе ИТ управления данными об изделиях, процессах, ресурсах, окружающей среде и т. д.

Переход на ИПИ-технологии требует значительных материальных затрат на приобретение технических и программных средств, переобучения пер-

сонала и реорганизации работы предприятия и может занять значительное время. В условиях реализации жизненного цикла очень часто возникают проблемы сравнения возможных вариантов системы в целом или выбора компонентов ИТ с целью обеспечения функциональности или улучшения качественных и количественных показателей, определяющих их эффективность. Целесообразно иметь возможность оценки сравнения как интегральных показателей эффективности ИТ, так и отдельных ее структурных составляющих на всех этапах жизненного цикла [1].

Это позволит формировать и внедрять ИТ с оптимальной функциональностью, становится возможным выбор элементов для модернизации или замены.

В настоящее время на отечественном и мировом рынках имеется огромное количество различ-

ных пакетов прикладных программ, решающих разнообразный круг задач проектирования, различающихся мощностью, качеством интерфейса, формами и числом выходных документов, типами операционной среды и стоимостью [2].

Для оценки эффективности функционирования средств ИПИ, как программного продукта, необходима формализация характеристик качества ИТ, а также метод для их оценивания. Этот метод был представлен в статье [3]. Но его эффективного применения требуется решить задачи учета и анализа мнения группы экспертов. Кроме того, следует рассмотреть особенности формирования экспертных групп для обеспечения их компетентности и высокого качества результатов, получаемых в ходе экспертного оценивания.

Метод оценки эффективности средств ИПИ, позволяющий выявить наиболее оптимальный набор компонентов ЕИП, входит в метод формирования ЕИП представленный в [4].

Таким образом, оценку эффективности следует производить, когда уже выработана общая стратегия внедрения ЕИП и проведен реинжиниринг бизнес-процессов на предприятии.

Задача создания ЕИП для авиационного предприятия является весьма сложной, в первую очередь в силу своей многовариантности. Необходимость учитывать большое количество разнообразных взаимосвязанных факторов при выборе той или иной системы информационной поддержки не позволяет полностью автоматизировать этот процесс и приводит к необходимости получения информации от экспертов.

В целом применение ИТ при экспертном оценивании проектных решений требует решения широкого спектра задач: от формирования экспертной группы (с необходимостью решения задачи определения оптимального количественного и качественного состава экспертов) до анализа результатов экспертного оценивания посредством вычисления модифицированной медианы Кемени.

## Основной материал

**Определение количества и качества экспертов в рабочей группе.** Существуют различные подходы к выбору количества экспертов ( $m$ ). В [5] утверждается, что количество экспертов должно быть не меньше числа альтернатив ( $n$ ), которые подлежат ранжированию ( $m \geq n$ ). Согласно [6, 7] количество

экспертов рекомендуется определять по следующей формуле

$$m \geq 0,5 \cdot (0,33 / b + 5),$$

где  $b$  – уровень допустимой ошибки результата экспертного анализа, обычно  $b$  от 0 до 0,1.

В целом же существуют рекомендации включать в экспертную группу 6-15 (7-20 [8]) человек.

Помимо определения количества экспертов важной также является задача определения их качества. Выделяют эвристические, статистические, тестовые, документальные и комбинированные методы оценки качества экспертов. Методы эвристической оценки основаны на том, что представление, сложившееся о данном эксперте у окружающих (или у него самого), достаточно правильно отражает его истинное качество.

В настоящее время во многих методах проведения экспертных оценок предлагается в качестве показателя компетентности эксперта коэффициент ( $K$ ):

$$K = (kn_i + ar_i) / 2,$$

где  $kn_i$  – коэффициент степени знакомства эксперта с обсуждаемой проблемой; эксперт сам оценивает степень своего знакомства с вопросом,

$$kn_i = \begin{cases} 0 & \text{– эксперт не знаком с вопросом;} \\ 0.1..0.3 & \text{– эксперт плохо знаком с вопросом, но вопрос входит в сферу его интересов;} \\ 0.4..0.6 & \text{– эксперт удовлетворительно знаком с вопросом, не принимает непосредственного участия в практическом решении вопроса;} \\ 0.7..0.9 & \text{– эксперт хорошо знаком с вопросом, участвует в практическом решении вопроса;} \\ 1 & \text{– вопрос входит в круг узкой специализации эксперта.} \end{cases}$$

$ar_i$  – коэффициент аргументированности, который учитывает структуру аргументов, послуживших эксперту основанием для определенной оценки, определяется по табл. 1 путем суммирования значений, выбранных экспертом.

При выборе экспертов также важно учесть специфику области применения оцениваемых альтернатив. Так для проектирования изделий авиационной техники важным является наличие у эксперта опыта работы со средствами, которые активно используются в авиационной отрасли, например, с системами анализа аэродинамики.

Таблица 1

Значения коэффициента аргументированности

Источники аргументации	Степень влияния источника аргументации на мнение эксперта		
	высокая	средняя	низкая
Проведенный теоретический анализ	0.3	0.2	0.1
Производственный опыт	0.5	0.4	0.2
Обобщения работ отечественных авторов	0.05	0.05	0.05
Обобщения работ зарубежных авторов	0.05	0.05	0.05
Личное знакомство с состоянием дел за рубежом	0.05	0.05	0.05
Интуиция	0.05	0.05	0.05

Коэффициент представительности или компетентности (КС) экспертной группы вычисляется согласно [5] по следующей формуле:

$$КС = \sum_{i=1}^m K_i$$

где  $K_i$  - коэффициент компетентности  $i$ -го эксперта.

Сформированная рабочая группа экспертов является компетентной и способной корректно решать поставленные перед ней задачи, если уровень ее компетентности отвечает следующему условию [9]:

$$0,67 \leq КС \leq 1$$

Более подробно вопросы определения количества экспертов и оценки их компетентности рассмотрены в работе [10]. Достаточный уровень ко-

эффициента компетентности позволяет обеспечить достоверность решений, принимаемых экспертами, что позволяет перейти к их анализу.

**Методы анализа экспертных оценок.** Существенным недостатком большинства методов экспертного оценивания является отсутствие формализованной процедуры получения обобщенного мнения группы экспертов.

После получения результатов от группы возникает задача согласования мнений различных экспертов. В настоящее время не существует научно обоснованной классификации методов анализа экспертных оценок и тем более однозначных рекомендаций по их применению [11], но все же постараемся выделить наиболее распространенные (табл. 2).

Таблица 2

Методы анализа экспертных оценок

МЕТОД	ДОСТОИНСТВА	ОГРАНИЧЕНИЯ
Метод средних баллов	Простота, распространенность, привычность	Требует количественной оценки альтернатив, сильное влияние диссидентов
Метод медиан	Простота нахождения результата	Не точен, недостаточно строгий подход
Метод анализа иерархий	Достаточно качествен для нахождения весовых коэффициентов влияющих факторов	Необходимость получения большого объема информации от экспертов. Высокая сложность расчета. Требует модификации для учета мнения групп экспертов
Принцип Кондорсе	Итоговый выбор не может оказаться неудачным с точки зрения большинства	Парадокс Кондорсе (коллективная ранжировка альтернатив может быть не транзитивной, даже если ранжировки всех экспертов являются транзитивными)
Правило Борда	Удовлетворяет аксиомам участия, монотонности и транзитивности. Прост в подсчете	Очень сильное влияние диссидентов, большая зависимость от выбора шкалы, малая точность
Медиана Кемени	Наиболее обоснованный способ определения результирующего мнения группы экспертов. Удовлетворяет 4 из 5 условий Эрроу	Крайняя сложность расчета, ресурсоемкость, применим лишь при высокой согласованности мнений экспертов

**Определение результирующего мнения группы экспертов методом нахождения медианы Кемени.** Медиана Кемени является одним из наиболее обоснованных способов выбора результирующего ранжирования на основании ранжирований, указанных экспертами [12],

Недостаток связанный с высокой вычислительной сложностью устраняется путем разработки и применением ИТ сбора и обработки высказываний экспертов.

В рамках данного метода необходимо осуществить ранжирование оценок экспертов. Множество интегральных оценок каждого эксперта упорядочивается путем нумерации их подряд числами натурального ряда, таким образом получим вектор интегральных оценок каждого эксперта:  $\{I_1, \dots, I_n\}$  (табл. 3).

Ранжирование предполагает упорядочение альтернатив путем выстраивания их в ряд по предпочтениям. Вектор интегральных оценок сортируется по убыванию – от лучшего средства ИПИ до худшего по результатам экспертной оценки. Получим век-

тор, где каждое средство имеет определенное место, сведем их в табл. 4.

По занятому месту определяется ранг альтернативы (табл. 5). В случае если интегральная оценка совпадает, ранг рассчитывается следующим образом:

$$a = \sum_{i=1}^{\epsilon} p_i / \epsilon$$

где  $p_i$  – место средства ИПИ;  $\epsilon$  – кол-во средств ИПИ, имеющих одинаковую интегральную оценку (I).

Таблица 3

Мнения экспертов относительно эффективности средств ИПИ. Интегральная оценка

№	Средство ИПИ	$\Theta_1$	$\Theta_2$	$\Theta_3$	$\Theta_4$	$\Theta_5$	$\Theta_6$	$\Theta_7$
1	CATIA	0,9	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6
2	Unigraphics	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7	0,9
3	Pro/E	0,8	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5
4	Solid Works	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9
5	Solid Edge	0,5	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,7
6	Inventor	0,6	0,9	0,8	0,9	0,7	0,7	0,8
7	КОМПАС	0,5	0,7	0,6	0,7	0,4	0,5	0,5

Таблиця 4

Мнения экспертов  
относительно эффективности ИПИ. Места

№	Средство ИПИ	Э <sub>1</sub>	Э <sub>2</sub>	Э <sub>3</sub>	Э <sub>4</sub>	Э <sub>5</sub>	Э <sub>6</sub>	Э <sub>7</sub>
1	CATIA	1	6	4	4	5	4	5
2	Unigraphics	2	1	1	1	2	2	1
3	Pro/E	3	7	5	5	4	5	6
4	Solid Works	4	2	2	2	1	1	2
5	Solid Edge	6	4	6	6	6	6	4
6	Inventor	5	3	3	3	3	3	3
7	КОМПАС	7	5	7	7	7	7	7

Таблиця 5

Мнения экспертов  
относительно эффективности ИПИ. Ранги

№	Средство ИПИ	Э <sub>1</sub>	Э <sub>2</sub>	Э <sub>3</sub>	Э <sub>4</sub>	Э <sub>5</sub>	Э <sub>6</sub>	Э <sub>7</sub>
1	CATIA	1,5	6,5	5	4	5,5	4	5
2	Unigraphics	1,5	2	2	2	2	2,5	1,5
3	Pro/E	3,5	6,5	5	6	4	6	6,5
4	Solid Works	3,5	2	2	2	1	1	1,5
5	Solid Edge	6,5	4,5	5	6	5,5	6	4
6	Inventor	5	2	2	2	3	2,5	3
7	КОМПАС	6,5	4,5	7	6	7	6	6,5

Естественно предположить, что наилучшее результирующее ранжирование  $P(a_1, a_2, \dots, a_n)$  должно быть расположено как можно ближе к ранжированиям  $P_1, P_2, \dots, P_N$  и являться в определенном смысле «усредненным» ранжированием. Найденное таким способом среднее экспертов мнение называется «медианой Кемени»[13]:

$$P(a_1, \dots, a_n) = \arg \min_{\theta} \sum_{\theta}^m d(P, P_{\theta})$$

где  $d(P, P_{\theta})$  – расстояние между ранжировками  $P$  и  $P_{\theta}$ ;  $n$  – кол-во оцениваемых систем;  $m$  – кол-во экспертов.

Для определения расстояния между ранжировками необходимо задать матрицу отношений. Матрица отношений  $M(P)$  некоторого ранжирования  $P$  строится как матрица размером  $n \times n$ , где  $n$  – число объектов в ранжировании. Элемент  $m_{ij}$  матрицы ранжирования принимает значения:

$$m_{ij} = \begin{cases} 1, & a_i > a_j; \\ 0, & a_i \sim a_j; \\ -1, & a_i < a_j; \end{cases}$$

где выражение  $a_i > a_j$  означает, что альтернатива  $a_i$  предпочтительнее (лучше) альтернативы  $a_j$ ; выражение  $a_i < a_j$  означает, что альтернатива  $a_i$  хуже альтернативы  $a_j$  (не является предпочтительнее); выражение  $a_i \sim a_j$  означает, что альтернативы эквивалентны (одинаковы, неразличимы).

Определим таким образом матрицы отношений ранжирования для всех экспертов. Далее для примера приведены лишь матрицы отношений для первых двух экспертов – табл. 6 и 7.

Таблиця 6

Матрица отношений  
ранжирования первого эксперта

№	ИПИ	1	2	3	4	5	6	7
1	CATIA	0	0	1	1	1	1	1
2	Unigraphics	0	0	1	1	1	1	1
3	Pro/E Wildfire	-1	-1	0	0	1	1	1
4	Solid Works	-1	-1	0	0	1	1	1
5	Solid Edge	-1	-1	-1	-1	0	-1	0
6	Inventor	-1	-1	-1	-1	1	0	1
7	КОМПАС-3D	-1	-1	-1	-1	0	-1	0

Таблиця 7

Матрица отношений  
ранжирования второго эксперта

№	ИПИ	1	2	3	4	5	6	7
1	CATIA	0	-1	0	-1	-1	-1	-1
2	Unigraphics	1	0	1	0	1	0	1
3	Pro/E Wildfire	0	-1	0	-1	-1	-1	-1
4	Solid Works	1	0	1	0	1	0	1
5	Solid Edge	1	-1	1	-1	0	-1	0
6	Inventor	1	0	1	0	1	0	1
7	КОМПАС-3D	1	-1	1	-1	0	-1	0

Как видно в каждой матрице присутствует равенство по модулю относительно главной диагонали.

Расстояние между ранжировками  $P_{\theta}$  и  $P_{\mu}$  можно рассчитать, ограничиваясь только элементами матриц  $M(P_{\theta})$  и  $M(P_{\mu})$ , расположенными над главной диагональю, т.е. удобнее пользоваться формулой:

$$d(P_{\theta}, P_{\mu}) = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n |m_{ij}^{\theta} - m_{ij}^{\mu}|.$$

Вычислим расстояние между ранжировками  $P_1$  и  $P_2$ :

$$\begin{aligned} d(P_1, P_2) &= \sum_{i=1}^6 \sum_{j=i+1}^7 |m_{ij}^1 - m_{ij}^2| = \\ &= |0 - (-1)| + |1 - 0| + |1 - (-1)| + |1 - (-1)| + \\ &+ |1 - (-1)| + |1 - (-1)| + |1 - 1| + |1 - 0| + \\ &+ |1 - 1| + |1 - 0| + |1 - 1| + |0 - (-1)| + \\ &+ |1 - (-1)| + |1 - (-1)| + |1 - (-1)| + |1 - 1| + \\ &+ |1 - 0| + |1 - 1| + |-1 - (-1)| + |0 - 0| + \\ &+ |1 - 1| = 1 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2 + 0 + 1 + 0 + 1 + \\ &+ 0 + 1 + 2 + 2 + 2 + 0 + 1 + 0 + 0 + 0 = 20. \end{aligned}$$

Теперь вычислим суммарное расстояние от каждой ранжировки до остальных.

$$\sum_{\delta=1}^k d(P_x, P_{\delta}) = \sum_{\delta=1}^m \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n |m_{ij}^x - m_{ij}^{\delta}|$$

В общем случае медиана Кемени может не совпадать ни с одним из мнений экспертов, что является поводом для критики рассматриваемого способа усреднения. Положим  $P \in \{P_1, P_2, \dots, P_k\}$ , теперь, очевидно, решением задачи минимизации будет одно из экспертных мнений. Такое среднее назовем «модифицированной медианой Кемени». Преимуществом модифицированной медианы Кемени является значительно меньшая вычислительная трудо-

емкость [14], что исключает необходимость применения специальных алгоритмов дискретной оптимизации (см., например, [15]). После этого выберем минимальное значение для множества суммарных расстояний. Та ранжировка, для которой суммарное расстояние минимально и есть медиана Кемени:

$$P^*(I_1, \dots, I_n) = P_5.$$

Стоит отметить, что медиана Кемени обладает устойчивостью по отношению к незначительному изменению состава экспертной комиссии; а при увеличении числа экспертов она приближается к некоторому пределу. Его естественно рассматривать как истинное мнение экспертов, от которого каждый из них несколько отклонялся по случайным причинам [14]. Медиана Кемени – это единственное итоговое ранжирование, являющееся нейтральным, согласованным и кондорсетовым, а также удовлетворяет классическому принципу единогласия Паретто.

Отметим, что возможна ситуация, при которой условиям медианы Кемени соответствует несколько ранжировок. Предлагается такие случаи рассматривать как отсутствие согласия в экспертной группе по некоторым направлениям. При этом совокупное мнение группы не пересчитывается и констатируется необходимость опроса еще одного эксперта, либо рассчитать введенное в [16] среднее по Кемени, в котором вместо  $d(P, P_0)$  стоит  $d^2(P, P_0)$ .

Таким образом при определении единой интегральной оценки были использованы: ранжирование, парное сравнение, непосредственная оценка.

**Соответствие требованиям.** Стоит провести оценку разработанного в [3] метода с учетом предложенных в этой статье рекомендаций по анализу экспертных оценок с точки зрения его адекватности, достоверности, сложности, полноты, адаптивности и универсальности.

Для оценки адекватности разработанного метода оценки эффективности ПС в ЕИП необходимо оценить согласованность мнений экспертов при ранжировании с помощью коэффициента множественной ранговой корреляции (конкордации).

Коэффициент конкордации ( $W$ , согласованности) предложен в качестве единой выборочной меры связи  $m$  признаков (альтернатив) Кендаллом и Бэбингтоном Смитом:

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^m (r_{ij} - m(n+1)/2) \right]^2}{\left[ m^2 (n^3 - n) - m \sum_{i=1}^n T_i \right]} = \frac{12 \times 940,5}{7^2 (7^3 - 7) - 7 \times 16,5} = 0,75,$$

где  $r_{ij}$  –  $j$ -й ранг  $i$ -й альтернатив;  $T_i$  – коэффициент учитывающий наличие связанных рангов:

$$T_i = \sum_{j=1}^L (t_j^2 - t_j), \quad t_j - \text{кол-во связанных рангов в одной связке, } L - \text{кол-во связок у } i\text{-го эксперта.}$$

Для оценки значимости коэффициента конкордации исчислим критерий согласования Пирсона:

$$\chi^2 = \frac{12 \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^m (r_{ij} - m(n+1)/2) \right]^2}{\left[ mn(n+1) + \left( \sum_{i=1}^n T_i / (n-1) \right) \right]} = \frac{12 \times 940,5}{\left[ 7 \times 7(7+1) + 16,5 / (7-1) \right]} = 31,44$$

Вычисленный  $\chi^2$  сравним с табличным значением для числа степеней свободы ( $n-1=7-1=6$ ) и при уровне значимости  $\alpha = 0.05$ . Так как  $\chi^2$  расчетный  $31.44 >$  табличного (12.59159), то  $W = 0.75$  – величина не случайная, а потому полученные результаты имеют смысл и могут использоваться в дальнейших исследованиях. Такой показатель уровня согласованности (табл. 8) более чем достаточен для утверждения об адекватности предложенного метода.

Существующие способы определения достоверности экспертных оценок основаны на предположении, что в случае согласованности действий экспертов достоверность оценок гарантируется. Наличие способа точного определения достоверности априорных оценок по существу предполагает знание истинных оценок, что одновременно исключает необходимость их определения [17].

Таблица 8

Согласованность мнений экспертов относительно эффективности средств ИПИ

№	Средство ИПИ	Э <sub>1</sub>	Э <sub>2</sub>	Э <sub>3</sub>	Э <sub>4</sub>	Э <sub>5</sub>	Э <sub>6</sub>	Э <sub>7</sub>	Сумма рангов	Отклонение от среднего	Квадрат отклонения
1	CATIA	1,5	6,5	5	4	5,5	4	5	31,5	3,5	12,25
2	Unigraphics	1,5	2	2	2	2	2,5	1,5	13,5	-14,5	210,25
3	Pro/E Wildfire	3,5	6,5	5	6	4	6	6,5	37,5	9,5	90,25
4	Solid Works	3,5	2	2	2	1	1	1,5	13	-15	225
5	Solid Edge	6,5	4,5	5	6	5,5	6	4	37,5	9,5	90,25
6	Inventor	5	2	2	2	3	2,5	3	19,5	-8,5	72,25
7	КОМПАС-3D	6,5	4,5	7	6	7	6	6,5	43,5	15,5	240,25

*Полнота* разработанного метода обосновывается учетом требований стандартов по оценке качества ИТ (ГОСТ 28195-89, ГОСТ ИСО/МЭК 9126-93 и ДСТУ 2850-94).

*Адаптивности* разработанного метода основывается на его работоспособности вне зависимости от числа альтернатив для выбора и числа экспертов.

Метод является универсальным, т.к. позволяет оценить эффективность формируемого ЕИП не только для стадии проектирования, но и для других стадий ЖЦ, а также может быть применен для других сфер проектирования изделий.

## Выводы

В данной статье были приведены достоинства и недостатки методов анализа экспертных оценок, показано применение медианы Кемени для выбора результирующего ранжирования группы экспертов, что входит в метод формирования ЕИП на предприятиях авиационной отрасли.

Была проведена оценка этого метода на соответствие требованиям адекватности, достоверности, сложности, полноты, адаптивности и универсальности. Разработанный метод определения эффективности комплекса средств информационной поддержки проектирования, учитывающий многокритериальный комплекс параметров для формирования ЕИП, дополненный методом анализа экспертных оценок посредством медианы Кемени может быть использован как один из способов выбора (или обоснования выбора) сложных программных продуктов. На основании данного метода был разработан компонент информационной технологии, позволяющий определять уровень качества средств ИПИ формирующих ЕИП.

## Список литературы

1. Гунин, Л.Н. Модель внедрения ИПИ-технологии на базе систем автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства предприятия [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Леонид Николаевич Гунин. – М.: 2005. – 19 с.: ил.; 21 см.
2. Шаренков, С.Б. Разработка механизма выбора эффективной структуры комплекса задач САПР в промышленности [Текст]: дис. канд. эконом. наук: 08.00.05 / С. Б. Шаренков. – М., 2005. – 167 с.
3. Каратанов, А. В. Методы и модели оценки качества систем автоматизированного проектирования в

едином информационном пространстве [Текст] / А. В. Каратанов // Системы управления навигации та зв'язку. – Полтава, 2013. – Вип. 3 (27). – С. 105-110.

4. Каратанов, А. В. Метод создания единого информационного пространства авиационного конструкторского бюро / А. В. Каратанов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Х. : ХУПС, 2013. – № 2(11). – С. 97-102.
5. Марголин, Е. Методика обработки данных экспертного опроса // Полиграфия. – 2006. – №5. – С. 14-16.
6. Лукичева, Л.И. Управленческие решения [Текст] / Л.И. Лукичева, Д.Н. Егорычев. – М.: Омега, 2009. – 383 с.
7. Петров, А.Ю. Интегральная методика оценки коммерческого потенциала инвестиционного продукта / А.Ю. Петров. – М.: Московский печатник, 2010. – 23 с.
8. Зерный, Ю.В. Управление качеством в приборостроении [Текст] / Ю.В. Зерный, А.Г. Польшаный, А.А. Якушин. – М.: Новый центр, 2011. – 479 с.
9. Михненко, П. Секреты эффективных бизнес-решений / П. Михненко. – М. NT Press. -2007. – 288 с.
10. Постников, В.М. Анализ подходов к формированию состава экспертной группы, ориентированной на подготовку и принятие решений // Наука и образование. – М.: МГТУ им. Баумана, 2012. – Вып. 3 (27). – С. 333-346.
11. Орлов, А.И. Экспертные оценки [Текст] // Заводская лаборатория / А.И. Орлов. – 1996. – № 1. – С. 54-60.
12. Литвак, Б.Г. Экспертная информация: методы получения и анализа [Текст] / Б.Г. Литвак. М.: Радио и связь, 1982. – 184 с.
13. Орлов, А.И. Прикладная статистика [Текст] / А.И. Орлов. – М.: Экзамен, 2006. – 671 с.
14. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование [Текст]: учебник: в 3 ч. / А.И. Орлов. – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2009. Ч. 2: Экспертные оценки. – 2011. – 486 с.
15. Орлов, А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях / А.И. Орлов. – М.: Наука, 1979. – 296 с.
16. Орлов, А.И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные [Текст] / А.И. Орлов. – М.: Знание, 1980. – 64 с.
17. Голубков, Е.П. Маркетинговые исследования: теория, методология и практика [Текст] / Е.П. Голубков. – М.: Финпресс, 2000. – 464 с.

Поступила в редколлегию 1.08.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. И.В. Шостак, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНЮВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ ПРИ ФОРМУВАННІ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ

О.В. Каратанов

Розглянуто експертний підхід до вибору засобів інформаційної підтримки проектування виробів авіаційної техніки в рамках методу формування єдиного інформаційного простору. Надано аналіз методів оцінки якості експертів для формування експертної групи і методів аналізу експертних оцінок. Представлена реалізація процесу обробки результатів експертного оцінювання комплексу інформаційних технологій, що формують єдиний інформаційний простір. Находження результируючої думки групи експертів здійснюється за допомогою знаходження модифікованої медіани Кемені

**Ключові слова:** єдиний інформаційний простір, авіаційна техніка, проектування, інформаційні технології, інформаційна підтримка життєвого циклу, методи аналізу експертних оцінок, медіана Кемені.

## INFORMATION TECHNOLOGY OF EXPERT EVALUATION OF PROJECT DECISIONS IN SINGLE INFORMATION SPACE FORMATION

A.V. Karatanov

In the article there is considered the expert approach to a choice of information support means of design the products of the aircraft equipment. It is made within a method of formation a single information space. There is also shown the analysis of methods for an assessment the quality of experts for formation an expert group and methods of the analysis of expert estimates. Realization of the process for handling the results of expert estimation of information technologies complex forming a common information space is presented. Finding of resultant opinion of an expert group is carried out by means of finding of the modified Kemeny median.

**Keywords:** single information space, aircraft equipment, design, information technologies, information support of life cycle, methods of the analysis of expert estimates, Kemeny median.