УДК: 621.396.23;621.391.17

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙЕСОВСКОГО ПОДХОДА И ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Д.Ю. Муромцев, Л.П. Орлова, А.И. Козлов

Кафедра «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем», ТГТУ

Представлена членом редколлегии профессором В.И. Бодровым

Ключевые слова и фразы: апостериорная вероятность; итерационный алгоритм; оптимальный вариант; правдоподобие.

Аннотация: Рассмотрены вопросы проведения экспертизы альтернативных проектов с применением байесовского подхода. Предложен алгоритм выбора целесообразного для реализации решения, который может использоваться в режиме удаленного доступа, когда информация от экспертов поступает неодновременно.

Применение современных пакетов, систем и технологий, например, ERP, e-CRM, SCM, XML[1] и других, не снимает полной неопределенности для лица, принимающего окончательное решение, от которого может зависеть успех фирмы или проекта. Для снижения вероятности ошибок при оперативном решении ответственных задач предлагается итерационный алгоритм, представляющий собой комбинацию метода экспертных оценок и байесовского подхода [1, 2].

Пусть требуется из множества $V = \{\upsilon_1,\ \upsilon_2,\ ...,\ \upsilon_n\}$ вариантов решений, показатели эффективности которых примерно одинаковы, выбрать наиболее целесообразный υ^* для реализации.

Обработка результатов работы "узкой" группы экспертов показала, что их мнения не могут быть признаны согласованными (коэффициент конкордации низок) и среди рассматриваемых вариантов нет выделяющегося «лидера».

Идея алгоритма заключается в последовательном привлечении дополнительных экспертов и подсчета для каждого проекта $\upsilon \in V$ средней апостериорной вероятности того, что этот проект является оптимальным. Работа продолжается до тех пор, пока средняя апостериорная вероятность одного из проектов υ_a множества V не будет существенно выше, чем для альтернативных проектов. При соблюдении некоторых условий на возможные исходы последующих экспертиз данный проект υ_a считается оптимальным.

Результат работы каждого дополнительно привлекаемого эксперта рассматривается как исход проведенного опыта и расчет апостериорной вероятности производится по формуле Байеса, т.е.

---

[1] ERP – Enterprise Resource Planning (планирование ресурсов предприятий), e-CRM – electronic Customer Relationship Management (электронное управление взаимоотношениями с клиентами), SCM – Supply Chain Management (управление цепочками поставок), XML – eXtensible Markap Language (технология для бизнес приложений).

$$P(H_i / A_{(j)}) = \frac{P(A_{(j)} / H_i) \cdot P(H_i)}{\sum_{i=1}^{n} P(A_{(j)} / H_i) \cdot P(H_i)}, \quad i = \overline{1, n}, \tag{1}$$

где H_i – предположение (гипотеза) о том, что вариант υ_i является оптимальным; $A_{(j)}$ – результат экспертизы (событие) об оптимальности варианта υ_j; n – число рассматриваемых вариантов (мощность множества V); $P(H_i)$, $P(H_i / A_{(j)})$ – априорная и апостериорная вероятности гипотезы H_i соответственно; $P(A_{(j)} / H_i)$ – вероятность события $A_{(j)}$, если имеет место гипотеза H_i (правдоподобие).

Будем полагать, что событие A_j произошло, если вариант υ_j очередной эксперт расположил на 1-е место, при $n = 2 \div 3$, и на 1-е или 2-е место при $n > 3$.

Если произошло событие $\overline{A}_{(j)}$, то апостериорная вероятность $P(H_i / \overline{A}_{(j)})$ рассчитывается по формуле, аналогичной (1), т.е.

$$P(H_i / \overline{A}_{(j)}) = \frac{P(\overline{A}_{(j)} / H_i) \cdot P(H_i)}{\sum_{i=1}^{n} P(\overline{A}_{(j)} / H_i) \cdot P(H_i)}, \tag{2}$$

где $P(H_i / \overline{A}_{(j)})$ – апостериорная вероятность гипотезы H_i при событии $\overline{A}_{(j)}$.

По результатам работы очередного κ-го эксперта рассчитываются усредненные апостериорные вероятности по формуле

$$\overline{P}_\kappa (H_i / \mathcal{A}) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} P(H_i^\kappa / \tilde{A}_{(j)}), \quad i, \ j = \overline{1, \ n}; \tag{3}$$

$$\mathcal{A} = \{\tilde{A}_{(j)}, \ \ j = \overline{1, \ n}\},$$

где $\tilde{A}_{(j)}$ – событие, связанное с проверкой гипотезы H_j^κ, т.е. того, что κ-й эксперт вариант υ_j поставит на первые места, для части слагаемых суммы имеет место $A_{(j)}$, для другой – $\overline{A}_{(j)}$.

Вероятности $P(H_i)$, $P(H_i / A_{(j)})$, $P(H_i / \overline{A}_{(j)})$, $\overline{P}_\kappa (H_i / \mathcal{A})$ естественно удовлетворяют условию полноты группы событий, т.е.

$$\sum_{i=1}^{n} P(H_i) = 1, \ \sum_{i=1}^{n} P(H_i / A_j) = 1, \ \sum_{i=1}^{n} P(H_i / \overline{A}_j) = 1, \ \sum_{i=1}^{n} \overline{P}_\kappa (H_i / \mathcal{A}) = 1$$

и

$$P\left(A_{(j)} / H_i\right) + P\left(\overline{A}_{(j)} / H_i\right) = 1, \quad i, \ \ j = \overline{1, \ n}.$$

В качестве оптимального варианта υ^* после κ-той экспертизы берется тот, для которого вероятность, рассчитанная по формуле (3), максимальна и выполняется условие, что некоторое наперед заданное число m последующих экспертиз не изменяет соотношения

$$\overline{P}_{\kappa+m}(H(\upsilon^*)/\mathcal{A}) = \max_{\upsilon_i \in V}\{\overline{P}_{\kappa+m}(H(\upsilon_i)/\mathcal{A})\}\,, \tag{4}$$

где $H(\upsilon^*)$ – гипотеза об оптимальности варианта υ^*, $H(\upsilon_i) = H_i$.

При использовании байесовского подхода для решения подобных задач важную роль играет формализация правила "остановки" в процессе проведения экспертиз. С одной стороны, своевременное прекращение итераций экономит средства, затрачиваемые на проведение экспертиз. С другой стороны, необходима уверенность, что дальнейшее привлечение экспертов не приведет к кардинальному изменению усредненной апостериорной вероятности и принятию другого варианта для реализации.

Наиболее естественно решение об «остановке» принимать по двум показателям: числе m дополнительных экспертов, высказывания которых могут изменить выбор оптимального варианта, и вероятности P_m того, что результаты высказываний этих экспертов приведут к изменению варианта, т.е. гипотезы, для которой усредненная апостериорная вероятность максимальна.

Определение показателей m и P_m произведем при следующих допущениях:

1) в множестве V можно выделить два лидирующих варианта υ_a и $\upsilon_в$;

2) проведена обработка мнений κ экспертов, при этом варианту υ_a отдавалось предпочтение (исход A) κ_a раз $(\kappa_a \le \kappa)$ и варианту $\upsilon_в$ (исход B) – $\kappa_в$ раз $(\kappa_в < \kappa_a)$, т.е. по результатам κ итераций вариант κ_a считается предпочтительным (вероятность $\overline{P}_\kappa(H(\upsilon_a)/\mathcal{A})$ – максимальна);

3) в качестве вероятностей исходов A и B принимаются оценки

$$P_{(a)} = \frac{\kappa_a}{\kappa}; \quad P_b = \frac{\kappa_в}{\kappa}, \tag{5}$$

причем вероятность $P_a > 0{,}5$;

4) исходы A и B при последующих высказываниях экспертов являются независимыми и совместимыми;

5) очередность исходов в m экспертизах не влияет на конечный результат.

При данных допущениях имеет место следующая лемма.

Лемма 1. Если

$$\overline{P}_\kappa\left(H\left(\upsilon_a\right)/\mathcal{A}\right) > \overline{P}_\kappa\left(H\left(\upsilon_в\right)/\mathcal{A}\right) \quad \text{и} \quad K_a > K_в$$

то соотношение

$$\overline{P}_{\kappa+m}(H(\upsilon_a)/\mathcal{A}) < \overline{P}_{\kappa+m}(H(\upsilon_в)/\mathcal{A}) \tag{6}$$

становится возможным при

$$m \ge (\kappa_a - \kappa_в) + 1\,. \tag{7}$$

Доказательство леммы непосредственно следует из формулы Байеса (1) и принятых допущений.

Для определения вероятности $P_m(b)$, характеризующей возможность неравенства (6), используем комбинацию моделей Бернулли для повторяющихся испытаний.

Лемма 2. Если имеет место $\overline{P}_\kappa(H(\upsilon_a)/\mathcal{A}) > \overline{P}_\kappa(H(\upsilon_в)/\mathcal{A})$, $\kappa_a > \kappa_в$ и $m \ge 2$ (7), то вероятность выполнения неравенства (6) при минимальном значении m определяется формулой

$$P_m(b)(в) = (1 - P_a)^m \cdot P_в^m . \qquad (8)$$

Равенство (8) означает, что все m привлекаемых дополнительно экспертов выскажутся отрицательно относительно варианта υ_a (исходы $\overline{A}$) и положительно относительно $\upsilon_в$ (исходы B). Формула (8) непосредственно следует из распределения вероятностей возможных сложных событий при m испытаниях, в которых события A и B могут принимать по два исхода с разными вероятностями. Такое распределение при использовании моделей Бернулли для событий A и B имеет вид:

$$P_m(b) = \left(\sum_{\nu=o}^{m} C_m^\nu P_a^\nu (1 - P_a)^{m-\nu} \right) \cdot \left(\sum_{\nu=o}^{m} C_m^\nu P_в^\nu (1 - P_в)^\nu \right), \qquad (9)$$

где

$$C_m^\nu = \frac{m!}{\nu! \ (m-\nu)!}, \quad C_m^m = 1, \quad C_m^0 = 1.$$

Следует заметить, что вероятности P_a, $P_в$ (см. (5)) необходимо корректировать после каждой итерации.

Продемонстрируем совместное использование метода экспертных оценок и байесовского подхода на численном примере, относящемся к определению проекта υ^* для финансирования из числа присланных на конкурс.

Пример. Пусть из множества проектов $\mathcal{V} = \{\upsilon_1, \ ..., \ \upsilon_7\}$ предварительной экспертизой выделено подмножество предпочтительных $V^n = \{\upsilon_5, \ \upsilon_7\}$ проектов. Требуется, последовательно привлекая дополнительных экспертов, определить один проект υ^* для финансирования, имеющий максимальную усредненную апостериорную вероятность и удовлетворяющий условию (4) при $m = 2$. Зададим следующие начальные (априорные) вероятности гипотез:

$$P\ (H_5^0) = P\ (H_7^0) = 0{,}25; \ \ P\ (H_i^0) = 0{,}1; \quad i = \overline{1, \ 4}; \ \ 6 . \qquad (10)$$

Пусть событие $A_{(5)}$ заключается в том, что очередной эксперт поставил рассматриваемый проект υ_5 на 1-е или 2-е места и

$$P(A_{(5)} / H_5^0) = 0{,}8, \ \ P(A_{(5)} / H_i^0, \ \ i \neq 5) = 0{,}6 . \qquad (11)$$

Результаты работы очередного эксперта (эксперт 1) приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что эксперт 1 поставил вариант υ_5 на 3-е место, т.е. произошло событие $\overline{A}_{(5)}$, противоположное событию $A_{(5)}$ и $P(\overline{A}_{(5)} / H_5) = 1 - P(A_{(5)} / H_5) =$ $= 0{,}2$.

Таблица 1

Варианты (проекты)	υ_1	υ_2	υ_3	υ_4	υ_5	υ_6	υ_7
Ранги эксперта 1	1	3	2	3	3	1	3
События	$A_{(1)}$	$\overline{A}_{(2)}$	$A_{(3)}$	$\overline{A}_{(4)}$	$\overline{A}_{(5)}$	$A_{(6)}$	$\overline{A}_{(7)}$

Расчет апостериорной вероятности гипотезы H_5^1 производится по формуле (2), т.е.

$$P(H_5^1 / \overline{A}_{(5)}) = \frac{P(\overline{A}_{(5)} / H_5) \cdot P(H_5^0)}{\sum_{i=1}^{7} P(\overline{A}_{(5)} / H_i) \cdot P(H_i^0)} \approx 0{,}143 .$$

Верхний индекс 1 в $P(H_5^1 / \overline{A}_{(5)})$ указывает на результат, полученный после высказываний первым экспертом (результат 1-ой итерации при использовании формулы Байеса).

Апостериорные вероятности для других гипотез соответственно равны

$$P(H_7^1 / \overline{A}_{(5)}) = \frac{P(\overline{A}_{(5)} / H_7) \cdot P(H_7^0)}{\sum_{i=1}^{7} P(\overline{A}_{(5)} / H_i) \cdot P(H_i^0)} \approx 0{,}286 ;$$

$$P(H_i^1 / \overline{A}_{(5)}) = \frac{P(\overline{A}_{(5)} / H_i) \cdot P(H_i^0)}{\sum_{i=1}^{7} P(\overline{A}_{(5)} / H_i) \cdot P(H_i^0)} \approx 0{,}114, \quad i = 1, \ 2, \ 3, \ 4, \ 6 .$$

Предположим, что событие $A_{(7)}$ характеризует оптимальность варианта υ_7. В нашем случае имеет место $\overline{A}_{(7)}$ (см. табл. 1) и при правдоподобиях, аналогичных (11), т.е.

$$P(A_{(7)} / H_5) = 0{,}8, \quad P(A_{(7)} / H_i, \ i \neq 7) = 0{,}6 , \qquad (11)$$

апостериорные вероятности равны

$$P(H_7 / \overline{A}_{(7)}) = \frac{P(\overline{A}_{(7)} / H_7) \cdot P(H_7^0)}{\sum_{i=1}^{7} P(\overline{A}_{(7)} / H_i) \cdot P(H_i^0)} \approx 0{,}143 ,$$

$$P(H_5 / \overline{A}_7) \approx 0{,}286, \quad P(H_i / \overline{A}_7) \approx 0{,}114, \quad i = 1, \ 2, \ 3, \ 4, \ 6 .$$

В целях большей достоверности результатов следует рассмотреть и другие гипотезы об оптимальности вариантов. Рассмотрим их схематично.

Событие $A_{(1)}$ характеризует оптимальность варианта υ_1 и при

$$P(A_{(1)} / H_1) = 0{,}8, \quad P(A_{(1)} / H_i, \ i \neq 1) = 0{,}6 ,$$

$$P(H_1^1 / A_{(1)}) = \frac{P(A_{(1)} / H_1) \cdot P(H_i^0)}{\sum_{i=1}^{7} P(A_{(1)} / H_i) \cdot P(H_i^0)} \approx 0{,}129 ,$$

$$P(H_5^1 / A_{(1)}) = P(H_7^1 / A_{(1)}) = 0{,}242 ;$$

$$P(H_2^1 / A_{(1)}) = P(H_3^1 / A_{(1)}) = P(H_4^1 / A_{(1)}) = P(H_6^1 / A_{(1)}) \approx 0{,}097.$$

Аналогично выполняются расчеты для событий $A_{(j)}$, $j = 2, 3, 4$. Результаты расчетов представлены в табл. 2. В нижней строке таблицы приведены усредненные апостериорные вероятности, рассчитанные по формуле

$$\overline{P}_1(H_i / \mathcal{A}) = \frac{1}{7}\sum_{i=1}^{7} P(H_i^1 / A_{(i)}), \quad \mathcal{A} = \{A_{(i)},\ i = \overline{1,\ 7}\}\ .$$

Сравнение их с априорными вероятностями гипотез $P_0(H_i)$ показывает, что средние апостериорные вероятности изменились незначительно, причем вероятности гипотез об оптимальности υ_5 и υ_7 уменьшились и возросли вероятности для вариантов $\upsilon_1, \upsilon_3, \upsilon_6$. Таким образом, высказываний эксперта на первой итерации оказалось недостаточно для принятия решения.

Таблица 2

Вероятности	Гипотезы						
	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7
$P(H_i^0)$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,25	0,1	0,25
$P(H_i^1 / A_{(1)})$	0,129	0,097	0,097	0,097	0,242	0,097	0,242
$P(H_i^1 / \overline{A}_{(2)})$	0,105	0,053	0,105	0,105	0,263	0,105	0,263
$P(H_i^1 / A_{(3)})$	0,097	0,097	0,129	0,097	0,242	0,097	0,242
$P(H_i^1 / \overline{A}_{(4)})$	0,105	0,105	0,105	0,053	0,263	0,105	0,263
$P(H_i^1 / \overline{A}_{(5)})$	0,114	0,114	0,114	0,114	0,143	0,114	0,286
$P(H_i^1 / A_{(6)})$	0,097	0,097	0,097	0,097	0,242	0,129	0,242
$P(H_i^1 / \overline{A}_{(7)})$	0,114	0,114	0,114	0,114	0,286	0,114	0,143
$\overline{P}_1(H_i / \mathcal{A})$	0,109	0,097	0,109	0,097	0,24	0,109	0,24

Результаты работы эксперта 2 (на второй итерации) представлены в табл. 3.

Таблица 3

Варианты	υ_1	υ_2	υ_3	υ_4	υ_5	υ_6	υ_7
Ранги эксперта 2	3	3	4	1	1	5	2
События	$\overline{A}_{(1)}$	$\overline{A}_{(2)}$	$\overline{A}_{(3)}$	$A_{(4)}$	$A_{(5)}$	$\overline{A}_{(6)}$	$A_{(7)}$

Используя в качестве априорных вероятностей результаты предыдущего этапа и правдоподобия (11) для события $A_{(5)}$ (вариант υ_5 имеет ранг, равный 1), получаем

$$P(H_5^2 / A_{(5)}) = \frac{P(A_{(5)} / H_5) \cdot P(H_5^1 / \overline{A}_{(5)})}{\sum_{i=1}^{7} P(A_{(5)} / H_i) \cdot P(H_i^1 / \overline{A}_{(5)})} = 0{,}182; \quad (12а)$$

$$P(H_7^2 / A_{(5)}) = \frac{P(A_{(5)} / H_7) \cdot P(H_7^1 / \overline{A}_{(5)})}{\sum_{i=1}^{7} P(A_{(5)} / H_i) \cdot P(H_i^1 / \overline{A}_{(5)})} \approx 0{,}273; \quad (12б)$$

$$P(H_i^2 / A_{(5)}) \approx 0{,}109, \quad i = 1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 6.$$

Аналогично рассчитываются апостериорные вероятности для событий $A_{(7)}$, $j = 1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 6,\ 7$. Результаты расчетов по высказываниям второго эксперта представлены в табл. 4. Из таблицы видно, что вероятности $\overline{P}_2(H_i / \mathcal{A})$ близки к априорным, поэтому требуется привлечение еще одного эксперта.

Результаты высказываний эксперта 3 представлены в табл. 5.

При расчете апостериорных вероятностей здесь в качестве априорных используются значения $P_2(H_i) = P(H_i^2 / A_{(j)})$, взятые из табл. 4.

Таблица 4

Вероятности	Гипотезы						
	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7
$P(H_i^2 / \overline{A}_{(1)})$	0,069	0,104	0,104	0,104	0,259	0,104	0,259
$P(H_i^2 / \overline{A}_{(2)})$	0,108	0,027	0,108	0,108	0,27	0,108	0,27
$P(H_i^2 / \overline{A}_{(3)})$	0,104	0,104	0,069	0,104	0,259	0,104	0,259
$P(H_i^2 / A_{(4)})$	0,103	0,103	0,103	0,069	0,258	0,103	0,258
$P(H_i^2 / A_{(5)})$	0,109	0,109	0,109	0,109	0,182	0,109	0,273
$P(H_i^2 / \overline{A}_{(6)})$	0,104	0,104	0,104	0,104	0,259	0,069	0,259
$P(H_i^2 / A_{(7)})$	0,109	0,109	0,109	0,109	0,273	0,109	0,182
$\sum_j P(H_i^2 / A_{(j)})$	0,706	0,66	0,706	0,706	1,76	0,706	1,76
$\overline{P}_2(H_i / \mathcal{A})$	0,101	0,094	0,101	0,101	0,251	0,101	0,251

Таблица 5

Варианты	υ_1	υ_2	υ_3	υ_4	υ_5	υ_6	υ_7
Ранги эксперта 3	5	2	3	4	1	4	3
События	$\overline{A}_{(1)}$	$A_{(2)}$	$\overline{A}_{(3)}$	$\overline{A}_{(4)}$	$A_{(5)}$	$\overline{A}_{(6)}$	$\overline{A}_{(7)}$

Для правдоподобия (11) рассчитанные значения апостериорных вероятностей и усредненные вероятности приведены в табл. 6.

Таблица 6

	Гипотезы						
	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7
$P(H_i^3/\overline{A}_{(1)})$	0,36	0,108	0,108	0,108	0,268	0,108	0,268
$P(H_i^3/A_{(2)})$	0,107	0,036	0,107	0,107	0,268	0,107	0,268
$P(H_i^3/\overline{A}_{(3)})$	0,108	0,108	0,036	0,108	0,268	0,108	0,268
$P(H_i^3/\overline{A}_{(4)})$	0,107	0,107	0,107	0,036	0,267	0,107	0,267
$P(H_i^3/A_{(5)})$	0,103	0,103	0,103	0,103	0,229	0,103	0,257
$P(H_i^3/\overline{A}_{(6)})$	0,108	0,108	0,108	0,108	0,268	0,036	0,268
$P(H_i^3/\overline{A}_{(7)})$	0,12	0,12	0,12	0,12	0,3	0,12	0,1
$\overline{P}_3(H_i/\mathcal{A})$	0,098	0,099	0,099	0,099	0,267	0,098	0,242

Таким образом, после высказываний третьего эксперта максимальное значение средней вероятности соответствует гипотезе H_5 ($\overline{P}_3(H_5/\mathcal{A}) = 0,267$) в качестве оптимального варианта следует принять υ_5.

Рассматривая в качестве υ_a вариант υ_5 и в качестве υ_b – υ_6 при $k = 3$, $k_a = 2$, $k_b = 1$ на основе формулы (7) получаем $m = 2$, а согласно (5) $P_a = 2/3$, $P_b = 1/3$. Для этих значений неравенство

$$\overline{P}_{3+2}(H(\upsilon_5)\mathcal{A}) > \overline{P}_{3+2}(H(\upsilon_7)\mathcal{A})$$

с вероятностью

$$P_2(a) = 1 - P_2(b) - P_2(,\ b),$$

где $P_2(a,\ b)$ – вероятность того, что при $m = 2$ средние апостериорные вероятности для вариантов υ_a и υ_b примерно сравняются.

Используя формулы (8), (9), получаем

$$P_2(b) = (1-P)^2 P_b^{\,2} \approx 0,012,$$

$$P_2(a,\ b) = 2P_a(1-P_a)P_b^{\,2} \approx 0,036,$$

и

$$P_2(a) \approx 0,95,$$

т.е. дополнительное привлечение двух экспертов с вероятностью 0,95 не изменит «лидерства» проекта υ_5, поэтому его можно считать оптимальным, и больше экспертов не привлекать.

Следует заметить, что при обработке таблиц 1, 3, 5 обычным способом коэффициент конкордации имеет очень низкое значение (0,094) и, естественно, мнения экспертов о всех вариантах считаются не согласованными (оценка критерия «хи-квадрат» 1,69, а табличное 12,59). Вместе с тем байесовский подход позволяет сделать достаточно надежные выводы о предпочтительном варианте.

Выводы

1. Использование метода экспертных оценок совместно с байесовским подходом позволяет формализовать задачу определения числа привлекаемых экспертов.
2. Расчет средних апостериорных вероятностей дает возможность принимать обоснованные решения относительно группы предпочтительных вариантов, когда мнения экспертов относительно всего множества вариантов считаются несогласованными.
3. Расчет апостериорных вероятностей на каждой итерации и прогнозирование вероятностей $P_m(b)$ позволяют исключить из рассмотрения заведомо неперспективные варианты.
4. Предложенный алгоритм удобен для оперативного принятия решений при работе с экспертами в режиме удаленного доступа (через Internet), когда ответы экспертов поступают неодновременно.

Список литературы

1. Моррис У.Т. Наука об управлении. Байесовский подход – М.: Мир, 1971. – 304 с.
2. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. – М.: Наука, 1973. – 160 с.
3. Айзерман М.А., Алексеров Ф.Т. Выбор вариантов: основы теории. – М.: Наука, 1990. – 240 с.
4. Принятие обоснованных решений с использованием экспертных оценок: Метод. указания / Сост.: Муромцев Ю.Л., Орлова Л.П. – Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 1996. –26 с.

Decision Making Using the Bayes Approach and Expert Estimations

D.Yu. Muromtsev, L.P. Orlova, A.I. Kozlov

Department "Designing of Radio-Electronic and Microprocessor Systems", TSTU

Key words and phrases: iterative algorithm; likelyhood; optimum variant; posterior probability.

Abstract: Problems connected with realization of alternative projects expertise, using the Bayes approach are considered. Algorithm of choosing reasonable decision which can be used in remote access mode, i.e. non-simultaneous experts information accession is suggested.

Beschlüssenannahme mit der Nutzung des Bayes-Herangehens und der Experteneinschätzungen

Zusammenfassung: Es sind die Fragen der Durchführung der Expertise der alternativen Projekte mit der Anwendung des Bayes-Herangehens untersucht. Es ist der Algorithmus der Auswahl des für die Realisierung zweckmässigen Beschlusses angeboten, der im Regime des beseitigten Zugriffes verwendet werden kann, wenn die Information von den Experten ungleichzeitig handelt.

Adoption des décisions avec l'usage de l'approche Bayes et des estimations d'expert

Résumé: Sont examinés les problèmes de la réalisation de l'expertise des projets alternatifs avec l'usage de l'approche Bayes. Est proposé l'algorithme du choix de la désision rationnelle qui pourrait être utilisée dans le régime de l'accès éloigné lorsque l'information n'aboutit pas simultanément à partir des experts.
