

ЭКСПЕРТИЗА И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЕСТРА ЭКСПЕРТОВ

П.Б. Мельник, зам. ген. дир ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ по научной работе, канд. техн. наук, доцент, pmelnick@extech.ru

В статье в терминах теорий множеств, матриц, вероятности, а также систем и системного анализа, обоснована математически корректная постановка задачи формирования реестра экспертов. Дано определение понятий экспертного сообщества и экспертно-аналитической деятельности.

Ключевые слова: экспертное сообщество, экспертно-аналитическая деятельность, научно-техническая экспертиза, реестр экспертов, отрасль знания, модель, эффективность.

MATHEMATICAL FORMULATION OF THE ISSUE OF EXPERT'S ROSTER FORMING

P.B. Melnik, Deputy Director General SRI FRCEC for R&D, Doctor of Engineering, Assistant Professor, pmelnick@extech.ru

In the article in terms of theories of sets, matrices, probability, as well as systems and system analysis, mathematically correct formulation of the issue of expert's roster forming is proved. The definition of the concepts of expert community and expert-analytical activities is given.

Keywords: expert community, expert and analytical activities, scientific and technological expert-examination, expert roster, branch of knowledge, model, efficiency.

Введение

Основной задачей создания произвольного реестра экспертов (далее – Реестра) можно считать привлечение ведущих ученых и специалистов для проведения объективных и компетентных экспертно-аналитических исследований в одной или нескольких отраслях современного знания в интересах формирования и реализации научно-исследовательских, опытно-конструкторских, технологических и инновационных проектов и программ различных уровней. Или, другими словами, – это решение перечисленных выше задач, а также иных актуальных проблем развития науки и технологий, с привлечением экспертного сообщества.

В современной научной литературе и других источниках понятие «экспертное сообщество» трактуется достаточно свободно и разнообразно. Одним из наиболее приемлемых, с точки зрения автора, является определение, сформулированное на основе приведенного в работе [8].

Экспертное сообщество – это сообщество ученых и специалистов, которые профессионально или по мере возможностей, участвуют в независимых научных, научно-технических, общественно-политических, экономических, правовых и иных экспертно-аналитических исследованиях.

В рамках рассматриваемой проблематики представляет интерес другое толкование этого термина [10].

Экспертное сообщество – это:

– в узком смысле – объединение лиц, обладающих специальными знаниями, умениями и опытом для решения определенного класса задач;

– в широком смысле – среда (пространство), в которой генерируются экспертные заключения и другие аналитические материалы в различных отраслях знания и направлениях человеческой деятельности.

Приведенное определение более полно отражает сущность Реестра, поскольку позволяет рассматривать его не просто, как некую базу данных об экспертах, но, прежде всего, как систему информационно-аналитической поддержки принятия решений, обладающую несравнимо большими функциональными возможностями и потенциалом [4].

С понятием экспертного сообщества тесно связаны термины «экспертно-аналитическая деятельность» и «экспертиза», определение которым приводится на основе работ [9] и [13] соответственно.

Экспертно-аналитическая деятельность – система действий, выполняемых с привлечением экспертов, для анализа и (или) оценки объектов экспертно-аналитических исследований с целью повышения обоснованности принимаемых решений, в том числе в условиях частичной неопределенности, противоречий или конфликтов.

Экспертиза – специальная форма анализа данных, проводимая в соответствии с определенными требованиями с представлением мотивированного заключения. Экспертиза является одним из основных видов экспертно-аналитической деятельности.

Рассматривая Реестр как систему информационно-аналитической поддержки принятия решений, напомним, что *система* есть совокупность взаимосвязанных элементов, объединенных функциональной целостностью и единством цели [12]. Также существует определение системы именно как средства достижения цели [6]. Таким образом, понятие цели является одной из ключевых характеристик системы.

Цель – это субъективный образ (абстрактная модель) не существующего в данный момент, но желаемого состояния системы и окружающей среды, позволяющего разрешить проблемную ситуацию, которая привела к формулированию цели [11]. При этом следует различать цель функционирования и цель развития.

Цель функционирования формулируется в том случае, если поведение системы полностью соответствует решаемым задачам и потребностям внешней среды.

В случае если поведение системы не соответствует решаемым задачам или не удовлетворяет потребностям внешней среды, формулируется *цель развития*, которая может заключаться как в корректировке самой системы или алгоритмов ее работы, так и в корректировке цели функционирования системы.

Естественно предположить, что на начальных этапах жизненного цикла системы большее значение имеют цели развития, так как система находится в состоянии «приработки». Остальное время система в основном используется по назначению, то есть преобладающими являются цели функционирования. Тем не менее, через произвольные или детерминированные промежутки времени система может периодически корректироваться, что подразумевает достижение некоторых целей развития.

В более обобщенном виде можно также полагать, что любая достаточно сложная система, как правило, будет обладать некоторой главной (основной или глобальной) целью и частными (локальными) целями, в том числе и для каждого отдельного режима работы системы.

Произвольное свойство системы или целевая направленность ее поведения выражается *показателем* (параметром, характеристикой). Параметры могут быть *управляемыми*, *неуправляемыми* и *целевыми*. Управляемые параметры являются искомыми, а их значения определяют стратегию поведения системы. Значения неуправляемых параметров не могут быть изменены. Целевые параметры необходимы для описания поставленных целей, а их значения зависят от управляемых параметров [5].

Очевидно, что любая сложная система обладает достаточно обширным множеством самых разнообразных характеристик, из которых наибольший интерес представляют параметры, обеспечивающие необходимый уровень ее наблюдаемости.

Такие показатели должны отвечать ряду требований [7]:

- соответствию цели функционирования системы;
- полноте описания результата функционирования;
- измеримости с помощью натурального эксперимента или моделирования;
- ясности физического смысла;
- избыточности набора составляющих;
- чувствительности к изменениям значений управляющих параметров.

Критерием называется количественный или порядковый показатель, на основании которого производится оценка или классификация систем.

При оценивании систем выделяют две большие группы критериев: критерии качества и критерии эффективности.

К основным *критериям качества* систем относятся устойчивость, надежность, управляемость, самоорганизация и пр.

Критерий эффективности является комплексным операционным свойством процесса функционирования системы, оценка которого в общем случае осуществляется в двух аспектах:

- оценка результата функционирования (операции);
- оценка алгоритма, обеспечивающего получение результата.

Далее в рамках этой статьи речь пойдет именно о критериях эффективности системы.

Качество результата и алгоритм, обеспечивающий его получение, оцениваются по таким показателям качества функционирования как результативность, ресурсоемкость и оперативность, порождающие в своей совокупности новое свойство – *эффективность процесса*, зависящее как от самой системы, так и от внешней среды, и характеризующее степень его (процесса) приспособленности к достижению цели [7].

Следует отметить, что термин «эффективность» может быть связан и с самой системой, и с ее функционированием, и с полученным результатом. Образующие при этом понятия можно считать эквивалентными, поскольку каждое из них отражает соответствие поставленной цели.

Выбор критерия эффективности является важнейшим моментом при оценке и исследовании системы. Критерии эффективности, являясь выражением определенных целей системы, в свою очередь тоже могут быть как глобальными, так и частными для каждого отдельного режима ее функционирования.

Математическое выражение критерия эффективности называют *целевой функцией*, так как ее экстремизация является отображением целей системы.

Показатели, на основе которых формируется критерий эффективности, называются *показателями эффективности*.

Таким образом, в интересах дальнейшей оценки эффективности системы необходимо последовательно выполнить следующие операции:

- сформулировать глобальную и частные цели системы;
- выявить множество параметров (характеристик), обеспечивающих требуемый уровень наблюдаемости системы;
- определить показатели эффективности;
- сформировать критерии эффективности системы.

Цель и задачи, решаемые Реестром

Главную цель создания Реестра можно сформулировать как *выявление конечного максимально эффективного подмножества сообщества экспертов и оптимальных параметров алгоритма организации экспертно-аналитической деятельности, взаимно обеспечивающих гарантированный максимум качества результатов экспертно-аналитических исследований*.

Нетрудно заметить, что предложенная формулировка цели отражает дуализм Реестра: в первой части он рассматривается как совокупность экспертов, а во второй – как информа-

ционно-аналитическая система. В то же время, приведенная формулировка содержит в себе как цель развития, в части выявления подмножества экспертов и параметров алгоритма организации работ в Реестре, так и цель функционирования по обеспечению необходимого качества выдаваемых результатов.

Реестр, являясь сложной системой, имеет несколько режимов функционирования, которые можно одновременно трактовать, как перечень основных решаемых им задач, а именно:

1. Регистрацию экспертов в Реестре и их идентификацию по научной специализации, областям научных интересов и экспертно-аналитической деятельности в соответствии с принятыми классификаторами научно-технической информации.

2. Аккредитацию экспертов, то есть подтверждение уровня их компетентности по формальным признакам, дающее право на привлечение эксперта к экспертно-аналитической деятельности в рамках Реестра.

3. Формирование экспертных пулов (списков) для участия в проведении конкретных экспертно-аналитических исследований (экспертиз).

4. Организацию и проведение экспертно-аналитических исследований (экспертиз) посредством Реестра.

5. Ведение статистики, анализ, контроль и оценку результатов экспертно-аналитической деятельности экспертов Реестра.

6. Реализацию мер по повышению эффективности экспертно-аналитической деятельности и Реестра в целом.

Для решения перечисленных задач необходимо в математических терминах дать четкое определение понятий Реестра и его эффективности, а также других понятий, связанных с процедурами формирования Реестра и организации работ в рамках его функционала.

Модель Реестра

В самом общем виде модель Реестра может быть представлена упорядоченным множеством

$$\Delta = \langle E, \Omega, \Lambda, F, P, L, S, \Psi, T \rangle, \quad (1)$$

где:

E – упорядоченное множество экспертов, зарегистрированных в Реестре;

Ω – упорядоченное множество отраслей знания на низшем уровне иерархии используемой классификации;

Λ – упорядоченное множество экспертно-аналитических исследований (экспертиз), реализованных с использованием Реестра;

F – оператор, задающий соответствие из множества экспертов E в множество отраслей знания Ω ;

P – оператор, задающий соответствие из множества экспертно-аналитических исследований (экспертиз) Λ в множество отраслей знания Ω ;

L – оператор, задающий соответствие из множества экспертно-аналитических исследований (экспертиз) Λ в множество экспертов, зарегистрированных в Реестре, E ;

S – оператор, устанавливающий связь между множествами экспертов, отраслей знания и экспертно-аналитических исследований;

Ψ – оператор, описывающий механизм формирования выходных показателей Реестра, как реакции на внутренние изменения и внешние воздействия;

T – множество моментов времени.

Множество экспертов, зарегистрированных в Реестре:

$$E = \{ \varepsilon_i \}, \quad i = \overline{1, I}, \quad (2)$$

где I – количество экспертов, зарегистрированных в Реестре.

Множество отраслей знаний на низшем уровне иерархии используемой классификации:

$$\Omega = \{\omega_j\}, j = \overline{1, J}, \quad (3)$$

где J – общее количество отраслей знания.

Множество выполненных экспертно-аналитических исследований (экспертиз):

$$\Lambda = \{\lambda_k\}, k = \overline{1, K}, \quad (4)$$

где K – общее количество выполненных экспертно-аналитических исследований (экспертиз).

В общем случае эксперты могут обладать компетенцией более чем в одной отрасли знания, что может быть выражено посредством соответствия из множества экспертов в множество отраслей знания. Такое соответствие, по существу, является подмножеством декартова произведения исходных множеств:

$$F \subseteq E \times \Omega. \quad (5)$$

F представляет собой множество упорядоченных пар (ε, ω) , связанных рассматриваемым соответствием:

$$\rho_F(\varepsilon) = \{\omega : \omega \in \Omega \wedge (\varepsilon, \omega) \in F\}. \quad (6)$$

Соответствие F также может быть задано с помощью матрицы размером $J \times I$:

$$A = \left\| \begin{array}{cccc} a_{11} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1I} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{j1} & \dots & a_{ji} & \dots & a_{jI} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{J1} & \dots & a_{Ji} & \dots & a_{JI} \end{array} \right\|, a_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{при } (\varepsilon_i, \omega_j) \in F, \\ 0, & \text{при } (\varepsilon_i, \omega_j) \notin F. \end{cases} \quad (7)$$

Выполним операцию поэлементного сложения столбцов матрицы A , одновременно нормируя полученные суммы. Поскольку произвольный эксперт может быть компетентным одновременно в различных отраслях знания, то нормирование полученных сумм целесообразно осуществлять не по общему количеству экспертов, а по количеству ненулевых элементов матрицы A , представляющему собой сумму всех элементов этой матрицы, так как $a_{ji} \in \{0, 1\}$. В результате получим вектор-столбец:

$$A_\Sigma = \left\| \bar{a}_1 \quad \dots \quad \bar{a}_j \quad \dots \quad \bar{a}_J \right\|^T, \quad (8)$$

$$\text{где: } \bar{a}_j = \frac{1}{\Sigma_A} \sum_{i=1}^I a_{ji}, j = \overline{1, J}; \quad \sum_{j=1}^J \bar{a}_j = 1; \quad \Sigma_A = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I a_{ji}.$$

Вектор A_Σ представляет собой относительное распределение экспертов, зарегистрированных в Реестре, по отраслям знания, а его элементы – статистическую вероятность принадлежности произвольного эксперта к конкретной отрасли знания [2].

С каждой парой значений (ϵ_i, ω_j) можно связать некоторый интегральный параметр (коэффициент) $x_{ji} \in [0,1]$, характеризующий уровень компетентности i -го эксперта в j -й отрасли знания, то есть наличие квалификации и опыта, необходимых для качественного проведения экспертно-аналитических исследований в рассматриваемой отрасли знания. В результате получим матрицу X размером $J \times I$:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1i} & \dots & x_{1I} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{j1} & \dots & x_{ji} & \dots & x_{jI} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{J1} & \dots & x_{Ji} & \dots & x_{JI} \end{pmatrix}, \quad x_{ji} = \begin{cases} 0 < x_{ji} \leq 1, & \text{при } (\epsilon_i, \omega_j) \in F, \\ 0, & \text{при } (\epsilon_i, \omega_j) \notin F. \end{cases} \quad (9)$$

Вопросы, связанные с методикой расчета значений интегрального коэффициента x_{ji} , выходят за рамки данной статьи. Этой тематике посвящено достаточно большое количество исследований, а наиболее полно он раскрыт, по мнению автора, в работе [3].

Вектор-столбец $X_i = \|x_{1i} \dots x_{ji} \dots x_{Ji}\|^T$ размерностью $J \times 1$ назовем вектором компетентности i -го эксперта, а вектор-строку $X_j = \|x_{j1} \dots x_{ji} \dots x_{jI}\|$ размерностью $1 \times I$ – вектором представленности (обеспеченности) j -й отрасли знания в Реестре.

С учетом (9) конкретизируем выражение (5) для оператора F :

$$F: E \times \Omega \rightarrow X. \quad (10)$$

Оператор F отражает решение задач 1 и 2.

Каждое отдельное проводимое экспертно-аналитическое исследование (экспертиза) также может затрагивать одновременно несколько отраслей знания. В связи с этим и по аналогии с (5)–(10):

$$P \subseteq \Lambda \times \Omega. \quad (11)$$

P есть множество упорядоченных пар (λ, ω) , связанных соответствием:

$$\rho_P(\lambda) = \{\omega: \omega \in \Omega \wedge (\lambda, \omega) \in P\}, \quad (12)$$

которое можно задать матрицей размером $J \times K$:

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1k} & \dots & b_{1K} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ b_{j1} & \dots & b_{jk} & \dots & b_{jK} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ b_{J1} & \dots & b_{Jk} & \dots & b_{JK} \end{pmatrix}, \quad a_{jk} = \begin{cases} 1, & \text{при } (\lambda_k, \omega_j) \in P, \\ 0, & \text{при } (\lambda_k, \omega_j) \notin P. \end{cases} \quad (13)$$

С каждой парой значений (λ_k, ω_j) свяжем весовой коэффициент j -й отрасли знания в k -м исследовании (экспертизе): $y_{jk} \in [0,1]$, удовлетворяющий условию $\sum_{j=1}^J y_{jk} = 1$. В результате получим матрицу Y размером $J \times K$:

$$Y = \left\| \begin{array}{cccc} y_{11} & \dots & y_{1k} & \dots & y_{1K} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ y_{j1} & \dots & y_{jk} & \dots & y_{jK} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ y_{J1} & \dots & y_{Jk} & \dots & y_{JK} \end{array} \right\|, \quad y_{jk} = \begin{cases} 0 < y_{jk} \leq 1, & \text{при } (\lambda_k, \omega_j) \in P, \\ 0, & \text{при } (\lambda_k, \omega_j) \notin P. \end{cases} \quad (14)$$

Вектор-столбец $Y_k = \|y_{1k} \dots y_{jk} \dots x_{Jk}\|^T$ размерностью $J \times 1$ назовем научно-техническим профилем (или просто – профилем) k -го исследования (экспертизы), а вектор-строку $Y_j = \|y_{j1} \dots y_{jk} \dots x_{jK}\|$ размерностью $1 \times K$ – вектором интенсивности (востребованности) экспертно-аналитических исследований в j -й отрасли знания.

Выполним операцию поэлементного сложения столбцов матрицы Y , одновременно нормируя полученные суммы по общему количеству проведенных исследований (экспертиз) – K , получим вектор-столбец:

$$Y_\Sigma = \left\| \bar{y}_1 \quad \dots \quad \bar{y}_j \quad \dots \quad \bar{y}_J \right\|^T, \quad (15)$$

$$\text{где } \bar{y}_j = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K y_{jk}, \quad j=1, \dots, J \quad \text{и} \quad \sum_{j=1}^J \bar{y}_j = 1.$$

Вектор Y_Σ отражает относительное распределение выполненных экспертно-аналитических исследований по отраслям знания и, так как сумма всех элементов этого вектора равна единице, то его можно трактовать как набор частот (статистических вероятностей) проведения экспертно-аналитических исследований (экспертиз), имеющих отношение к той или иной отрасли знаний.

С учетом (14) конкретизируем выражение (11) для оператора P :

$$P: \Lambda \times \Omega \rightarrow Y. \quad (16)$$

Оператор P решает задачу 4 в части, касающейся формализации заявки на экспертизу или задания на выполнение экспертно-аналитического исследования.

К проведению каждого отдельного экспертно-аналитического исследования (экспертизы) привлекается, как правило, несколько экспертов, в связи с чем и также по аналогии с (5)–(10), (11)–(16):

$$L \subseteq \Lambda \times E, \quad (17)$$

где L – множество упорядоченных пар (λ, ε) , связанных соответствием:

$$\rho_L(\lambda) = \{\varepsilon: \varepsilon \in E \wedge (\lambda, \varepsilon) \in L\}, \quad (18)$$

которое также можно задать матрицей размером $I \times K$:

$$C = \left\| \begin{array}{cccc} c_{11} & \dots & c_{1k} & \dots & c_{1K} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{i1} & \dots & c_{ik} & \dots & c_{iK} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{I1} & \dots & c_{Ik} & \dots & c_{IK} \end{array} \right\|, \quad c_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{при } (\lambda_k, \varepsilon_i) \in L, \\ 0, & \text{при } (\lambda_k, \varepsilon_i) \notin L. \end{cases} \quad (19)$$

С каждой парой значений $(\lambda_k, \varepsilon_i)$ свяжем весовой коэффициент $z_{ik} \in [0, 1]$, характеризующий степень участия i -го эксперта в k -м исследовании (экспертизе) и удовлетворяющий условию $\sum_{i=1}^I z_{ik} = 1$, в результате чего получим матрицу Z размером $I \times K$:

$$Z = \left\| \begin{array}{cccc} z_{11} & \dots & z_{1k} & \dots & z_{1K} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ z_{i1} & \dots & z_{ik} & \dots & z_{iK} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ z_{I1} & \dots & z_{Ik} & \dots & z_{IK} \end{array} \right\|, \quad z_{jk} = \begin{cases} 0 < z_{ik} \leq 1, & \text{при } (\lambda_k, \varepsilon_i) \in L, \\ 0, & \text{при } (\lambda_k, \varepsilon_i) \notin L. \end{cases} \quad (20)$$

Вектор-столбец $Z_k = \|z_{1k} \dots z_{ik} \dots z_{Ik}\|^T$ размерностью $I \times 1$ назовем экспертным пулом k -го исследования (экспертизы), а вектор-строку $Z_i = \|z_{i1} \dots z_{ik} \dots z_{iK}\|$ размерностью $1 \times K$ – вектором востребованности i -го эксперта.

Просуммировав по аналогии с (15) поэлементно столбцы матрицы Z , одновременно нормируя полученные суммы по общему количеству проведенных исследований (экспертиз) – K , получим вектор-столбец:

$$Z_\Sigma = \left\| \bar{z}_1 \quad \dots \quad \bar{z}_i \quad \dots \quad \bar{z}_I \right\|^T, \quad (21)$$

где $\bar{z}_i = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K z_{ik}$, $i = \overline{1, I}$ и $\sum_{i=1}^I \bar{z}_i = 1$.

Вектор Z_Σ выражает относительное распределение выполненных экспертно-аналитических исследований по экспертам и в силу (21) его можно рассматривать как набор частот (статистических вероятностей) привлечения экспертов Реестра к проведению экспертно-аналитических исследований (экспертиз).

С учетом (20) конкретизируем выражение (17) для оператора L :

$$L: \Lambda \times E \rightarrow Z. \quad (22)$$

Оператор L решает задачу 3 по формированию экспертных пулов (групп) для проведения конкретных экспертно-аналитических исследований (экспертиз).

Рассмотренные матрицы X , Y и Z представляют собой совокупность исходных данных или априорную информацию об экспертах и проводимых ими экспертно-аналитических исследованиях (экспертизах) с привязкой к соответствующим отраслям знания, а в терминах теории систем их можно интерпретировать как множество входных сигналов Реестра:

$$\Theta = \langle X, Y, Z \rangle. \quad (23)$$

Определим на множествах E , Ω и Λ тернарное (трехместное) отношение:

$$S \subseteq E \times \Omega \times \Lambda, \quad (24)$$

представляющее собой множество упорядоченных кортежей $(\varepsilon, \omega, \lambda)$. Такое отношение может быть задано с помощью трехмерной матрицы (массива) размерностью $K \times J \times I$:

$$Q = \|q_{ijk}\|, \quad q_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{при } (\varepsilon_i, \omega_j, \lambda_k) \in S, \\ 0, & \text{при } (\varepsilon_i, \omega_j, \lambda_k) \notin S. \end{cases} \quad (25)$$

Определим вектор $R = \|r_1 \dots r_m \dots r_M\|^T$ размерностью $M \times 1$, который назовем вектором результатов экспертно-аналитического исследования (экспертизы). Вектор R в обязательном порядке должен содержать параметры (характеристики) системы, необходимые для расчета критериев ее эффективности. Это позволяет отождествить R с множеством выходных сигналов системы.

Свяжем с каждым кортежем $(\varepsilon_i, \omega_j, \lambda_k)$ соответствующее значение вектора результатов (выходных сигналов) $R_{ijk} = R(\varepsilon_i, \omega_j, \lambda_k) = \|r_1 \dots r_m \dots r_M\|_{ijk}^T$.

Тогда можно записать выражение для четырехмерной матрицы (массива) W размерностью $M \times K \times J \times I$:

$$W = \|w_{ijkm}\|, w_{ijkm} = \begin{cases} (r_m)_{ijk}, & \text{при } (\varepsilon_i, \omega_j, \lambda_k) \in S, \\ 0, & \text{при } (\varepsilon_i, \omega_j, \lambda_k) \notin S. \end{cases} \quad (26)$$

С учетом (26) выражение (24) для оператора S преобразуем к виду:

$$S: E \times \Omega \times \Lambda \rightarrow W. \quad (27)$$

Оператор S отражает решение задачи 4 в части, касающейся проведения экспертно-аналитических исследований (экспертиз), и задачи 5 по учету, анализу, контролю и оценке их результатов.

Собранные в массиве W результаты представляют собой совокупную апостериорную информацию, которую можно и необходимо использовать в интересах повышения качества проводимых экспертно-аналитических исследований и эффективности Реестра в целом.

Перечисленные выше понятия, выражения, а также взаимосвязи и соотношения между ними, могут быть наглядно представлены в графическом виде, как это показано на рисунке.

Совокупность рассмотренных операторов F, P, L, S , по существу, определяет регламент (алгоритм) организации и проведения экспертно-аналитических исследований с использованием Реестра. При этом каждый из операторов обладает рядом параметров, посредством изменения которых реализуется процесс управления Реестром, как системой.

Таким образом, можно записать выражение для вектора параметров алгоритма функционирования Реестра:

$$П = [П_F, П_P, П_L, П_S]^T, \quad (28)$$

где $П_F, П_P, П_L, П_S$ – параметры алгоритмов, реализующих соответственно операторы F, P, L и S .

Эффективность Реестра

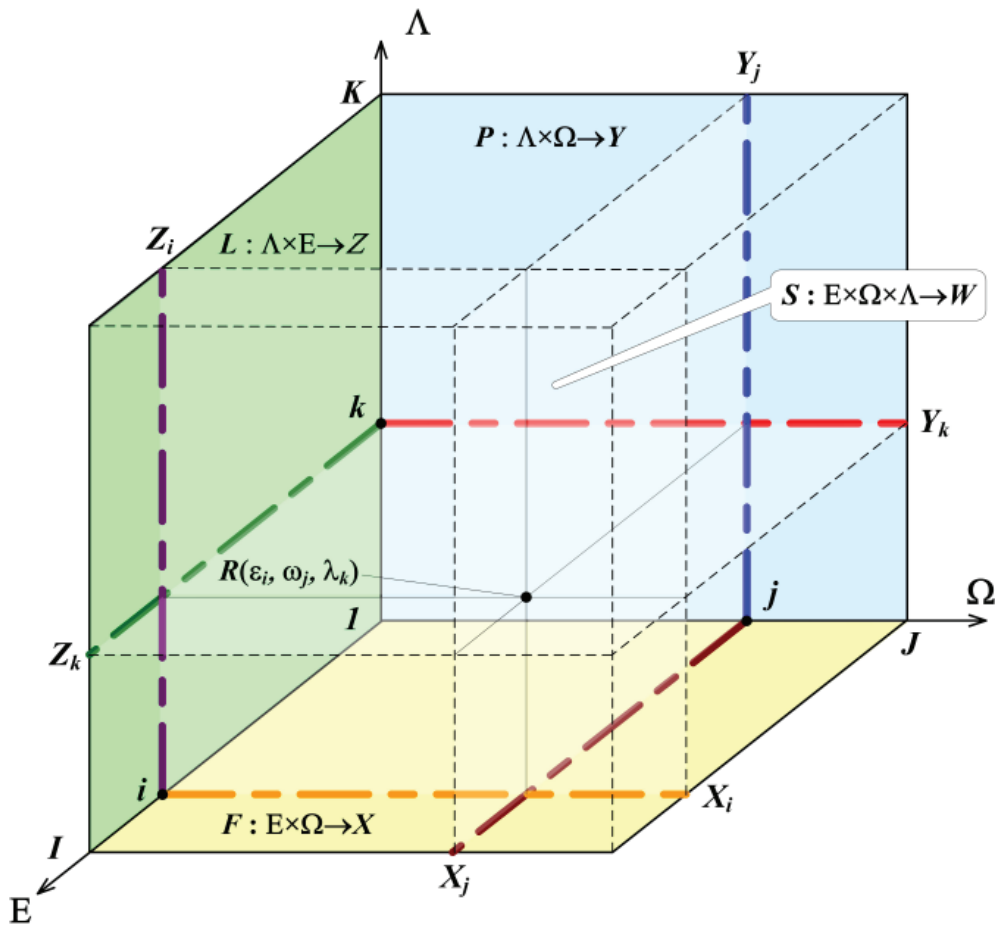
Как было указано во введении, посредством критерия эффективности одновременно оценивается как результат функционирования системы, так и алгоритм, обеспечивающий получение результата.

В рамках решаемой задачи результат функционирования в интересах оценки эффективности может трактоваться также в двух аспектах. С одной стороны – это качество проведенного исследования (экспертизы), а с другой – качество работы самого эксперта. Эти два аспекта можно свести к одному критерию, а именно *достоверности* результатов исследований (экспертных заключений).

Определим достоверность как некоторый функционал, имеющий из самых общих соображений следующий вид [1]:

$$D = f_D(n, \alpha, \chi, \xi), \quad (29)$$

где $n \in [1, n_{\max}]$ – количество экспертов, привлекаемых к проведению конкретного исследования; $\alpha, \chi, \xi \in [0, 1]$ – показатели эффективности, характеризующие соответственно корректность постановки задачи исследования, квалификацию экспертов и возможность конфликта интересов.



Графическое представление модели Реестра

В общем случае показатели α , χ , ξ будут взаимозависимыми величинами в силу вероятного совпадения наборов влияющих на них факторов.

Очевидно, что указанные параметры в свою очередь также являются интегральными показателями, а их перечень может быть изменен или расширен в зависимости от степени требуемой детализации при моделировании или исследовании системы. Рассмотрим их подробнее, принимая в качестве системы ограничений, что условия работы всех экспертов одинаковые, а исходные данные они получают в полном объеме, одновременно и без задержки.

Корректность постановки задачи исследования можно определить как

$$\alpha = f_{\alpha}(Y, Z, W), \tag{30}$$

поскольку очевидно, что она зависит от следующих показателей:

- качества формализации заданий на выполнение экспертно-аналитических исследований или заявок на экспертизу ($P \rightarrow Y$);
- оптимальности соответствия сформированных экспертных пулов требуемому уровню квалификации (компетентности) и профилю выполняемых исследований ($L \rightarrow Z$);
- оптимальности набора параметров, подлежащих регистрации в интересах оценки и управления эффективностью Реестра ($S \rightarrow W$).

Квалификацию экспертов

$$\chi = f_{\chi}(X, R) \quad (31)$$

необходимо оценивать на основании априорной информации о профиле их научной специализации и уровне компетентности ($F \rightarrow X$), а также по апостериорным сведениям о качестве результатов выполненных ими исследований при условии оптимальности набора регистрируемых в этих целях параметров ($S \rightarrow W$).

Возможность конфликта интересов

$$\xi = f_{\xi}(Z, W) \quad (32)$$

можно оценить по соответствию сформированных экспертных пулов требованиям отсутствия личной заинтересованности экспертов в результатах проводимых исследований ($L \rightarrow Z$) и наличию оптимального набора вторичных регистрируемых показателей, позволяющих выявить наличие таких конфликтных ситуаций ($S \rightarrow W$).

Наличие рассмотренной детализации показателей эффективности позволяет замкнуть контур управления Реестром в интересах решения задачи б по повышению его эффективности.

Действительно, поскольку выбранные показатели связаны с конкретными соотношениями, реализованными в виде соответствующих алгоритмов, то управлять их выходными значениями, а также критерием эффективности системы в целом, возможно путем изменения параметров указанных алгоритмов (28). Реакция системы при этом определяется оператором Ψ :

$$\Psi: T \times \Theta \times W \rightarrow W. \quad (33)$$

Очевидно, что в целом, массив W будет обладать большой степенью информационной избыточности за счет избыточности вектора выходных сигналов (результатов) R .

Естественно, что в интересах оценки и повышения эффективности Реестра из состава вектора R должны быть выделен набор параметров, обеспечивающий максимальную наблюдаемость Реестра как системы.

Таким образом, задачу создания и актуализации Реестра можно выразить в формализованном виде следующим образом:

$$\exists(R^*, \Pi^*) = \arg(\max_{\Pi} \max_R \{D(R^*, \Pi^*)\}), \quad (34)$$

где R^* – выявленный эффективный набор параметров, обеспечивающих максимальную наблюдаемость Реестра как системы; Π^* – вектор оптимальных параметров алгоритма организации и проведения экспертно-аналитических исследований, гарантирующий максимальную достоверность результатов (максимум качества) этих исследований при оптимальном наборе наблюдаемых параметров R^* .

Список литературы

1. Бухарин С.Н., Миронов Н.А. Анализ факторов, влияющих на организационную и экономическую эффективность систем информационно-аналитической поддержки принятия решений в сфере управления НИР, ОКР/ОТР // Инноватика и экспертиза. Научные труды ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ. № 1 (8), 2012. С. 68–80.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник. Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1958.
3. Еременко В.Т., Сазонов М.А., Фомин С.И., Петров В.А. Моделирование процесса формирования экспертной группы по заданной тематике // Информационные системы и технологии. № 3 (71). Орел: Госуниверситет. УНПК, 2012. С. 23–30.

4. Ларичев О.И., Петровский А.Б. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития // Итоги науки и техники. Серия Техническая кибернетика. Т. 21. М.: ВИНТИ, 1987. С. 131–164.
5. Основы Линейного Программирования. Обучающая система. Казань, ТИСБИ // Татарский институт содействия бизнесу. Available at: <http://old.tisbi.ru/resource/lib/linprog/index.htm> (дата обращения: 22.08.2014).
6. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа. Томск: Изд-во НТЛ, 2001. 396 с.
7. Родионов И.Б. Теория систем и системный анализ. Курс лекций // Available at: <http://victor-safronov.narod.ru/systems-analysis/lectures/rodirov.html> (дата обращения: 31.07.2014).
8. Российский сетевой интеллект. Правила сообщества // Центр научной политической мысли и идеологии [Официальный сайт]. Available at: <http://rusrand.ru/experts/> (дата обращения: 01.07.2014).
9. Сидельников Ю.В. Экспертиза сегодня и завтра. М., 1997.
10. Сосунов Д.В. Роль экспертного сообщества в процессе принятия политических решений // Вестник ВГУ. Серия: История. Политология. Социология. № 1. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2012. С. 171–173.
11. Филимонов Ю.М. Технология построения защищенных автоматизированных систем. Учебное пособие для студентов специальности 090105 «Комплексное обеспечение информационной безопасности». Томск, ТУСУР, 2009 // Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники [Официальный сайт]. Available at: <http://kibevs.tusur.ru/sites/default/files/upload/manuals/tpzas-lect.pdf> (дата обращения: 01.08.2014).
12. Шумский А.А., Шелупанов А.А. Основы системного анализа. Учебное пособие для вузов по основам системного анализа // Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем. Томск: ТМЦДО, 2005. 225 с.
13. Экспертиза // Википедия. Свободная энциклопедия [Официальный сайт]. Available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Экспертиза> (дата обращения: 31.07.2014).

References

1. Bukharin S.N., Mironov N.A. (2012) *Analiz faktorov, vliyayushchikh na organizatsionnyuyu i ekonomicheskuyu effektivnost' sistem informatsionno-analiticheskoy podderzhki prinyatiya resheniy v sfere upravleniya NIR, OKR/OTR. Innovatika i ekspertiza. Nauchnye trudy FGBNU NII RINKTsE* [Analysis of the factors influencing the organizational and cost-effective systems of information-analytical decision making support of R&D management. Innovatics and expert-examination. Scientific papers of SRI FRCEC]. Moscow, no. 1 (8), pp. 68–80.
2. Wentzel E.S. (1958) [Probability theory: Textbook]. *Gosudarstvennoe izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury* [State Publishing House of Physical and Mathematical Literature]. Moscow.
3. Eremenko V.T., M.A. Sazonov, Fomin S.I., Petrov V.A. (2012) *Modelirovanie protsessa formirovaniya ekspertnoy gruppy po zadannoy tematike. Informatsionnye sistemy i tekhnologii* [Simulation of the formation of an expert group on the given topic. Information Systems and Technology]. *Gosuniversitet. UNPK* [State University. ESPC] Orel, no. 3 (71), pp. 23–30.
4. Larichev O.I., Petrovsky A.B. (1987) *Sistemy podderzhki prinyatiya resheniy. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy ikh razvitiya. Itogi nauki i tekhniki. Seriya Tekhnicheskaya kibernetika* [System of Decision making support. Current state and prospects. Results in science and technology. Series of Technical Cybernetics]. *VINITI* [VINITI]. Moscow, vol. 21, pp. 131–164.
5. *Osnovy Lineynogo Programirovaniya. Obuchayushchaya sistema. Kazan', TISBI (Elektronnyy resurs). Tatarskiy institut sodeystviya biznesu* [Basics of linear programming. The training system. Kazan, TISBI (Electronic resource)]. Tatar Institute of business assistance]. Available at: <http://old.tisbi.ru/resource/lib/linprog/index.htm> (date accessed: 08.22.2014).
6. Peregoudov F.I., Tarasenko F.P. (2001) *Osnovy sistemnogo analiza* [Fundamentals of systems analysis]. *Izd-vo NTL* [Publishers NTL]. Tomsk, 396 p.
7. Rodionov I.B. *Teoriya sistem i sistemnyy analiz. Kurs lektsiy. (Elektronnyy resurs)* [Systems theory and systems analysis. A course of lectures. (Electronic resource)]. Available at: <http://victor-safronov.narod.ru/systems-analysis/lectures/rodirov.html> (date accessed: 07.31.2014).

8. Rossiyskiy setevoy intellekt. Pravila soobshchestva [Elektronnyy resurs]. Tsentr nauchnoy politicheskoy mysli i ideologii (Ofits. sayt) [The Russian network intellect. Community Rules. Scientific Center in political thought and ideology (official. site)]. Available at: <http://rusrand.ru/experts> (date accessed: 01.07.2014).

9. Sidelnikov Y.V. (1997) *Ekspertiza segodnya i zavtra* [Expert-Examination of today and tomorrow]. Moscow.

10. Sosunov D.V. (2012) *Rol' ekspertnogo soobshchestva v protsesse prinyatiya politicheskikh resheniy. Vestnik VGU. Seriya: Istoriya. Politologiya. Sotsiologiya* [The role of the expert community in the process of political decision-making. Herald of the Voronezh State University. Series: History. Political science. Sociology]. *Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet* [Voronezh State University]. Voronezh, no. 1, pp. 171–173.

11. Filimonov Y.M. *Tekhnologiya postroeniya zashchishchennykh avtomatizirovannykh sistem. Uchebnoe posobie dlya studentov spetsial'nosti 090105 «Kompleksnoe obespechenie informatsionnoy bezopasnosti». Tomsk, TUSUR, 2009. Tomskiy gosudarstvennyy universitet sistem upravleniya i radioelektroniki (Ofits. sayt)* [Technology of building secure automated systems. Textbook for students of specialty 090105 «Complex maintenance of information security». Tomsk, TUSUR 2009. Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics (official. site)]. Available at: <http://kibevs.tusur.ru/sites/default/files/upload/manuals/tpzas-lect.pdf> (date accessed: 08.01.2014).

12. Shumsky A.A., Shelupanov A.A. (2005) *Osnovy sistemnogo analiza. Uchebnoe posobie dlya vuzov po osnovam sistemnogo analiza. Federal'noe agentstvo po obrazovaniyu, Tomskiy gosudarstvennyy universitet sistem upravleniya i radioelektroniki, Kafedra kompleksnoy informatsionnoy bezopasnosti elektronno-vychislitel'nykh sistem* [Fundamentals of systems analysis. A manual for schools on the basis of system analysis. Federal Agency for Education, Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics, Department of comprehensive information security electronic computing systems]. *TMTsDO* [TMTSDO]. Tomsk, 225 p.

13. *Ekspertiza. Vikipediya. Svobodnaya entsiklopediya (Ofits. sayt)* [Expert-Examination.Wikipedia. Free Encyclopedia (official. site)]. Available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Экспертиза> (date accessed: 07.31.2014).