

## О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ, ПОЛУЧЕНИЯ ИТОГОВОЙ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ КОМИССИИ И ОЦЕНКЕ ТОЧНОСТИ ПОЛУЧЕННОГО РЕШЕНИЯ

Смирнов Д.А.

*Московский Физико-Технический Институт (Государственный университет)  
141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский переулок, 9*

*Аннотация.* В статье рассматривается вопрос разработки методики формирования состава экспертной комиссии, с получением итоговой экспертной оценки и оценке точности полученного решения. Решение поставленной задачи рассматривалось в контексте применения разрабатываемой методики к дистанционному анонимному индивидуальному экспертному оцениванию с варьируемым числом экспертов. Автором предложены модели формирования состава экспертной комиссии; методика определения итоговой экспертной оценки для таких типов вопросов как: выбор ответа из вариантов, упорядочивание списка, численная оценка; методика оценки точности полученного решения. В качестве критерия точности полученного решения взят коэффициент конкордации Кендалла.

*Ключевые слова:* формирование экспертной комиссии, экспертные оценки, экспертиза, получение итоговой экспертной оценки, оценка точности решения комиссии.

### **Введение**

Задача создания информационных технологий, направленных на решение стратегических задач становится одной из наиболее приоритетных задач по модернизации и технологическому развитию Российской Федерации [14]. Ядром любой задачи, в том числе и стратегической, является принятие решения, которое базируется на сборе, анализе и обработке информации, относящейся к данному вопросу, одним человеком или некоторым коллективом. Известно, что в информационных обществах информация является предметом массового потребления [15] и, в связи с лавинообразным ростом ее объема, задачи поиска, обработки и оценки становятся ключевыми. Качественное выполнение этих задач на данный момент становится невозможным без привлечения специальных технических средств.

### **Постановка задачи**

На сегодняшний день достигнуты существенные успехи в решении задач поиска и обработки информации доступные даже рядовому потребителю [13]. Для задач обработки информации также разработано множество приложений и систем. Задачи оценки же, напротив, чаще всего решаются не техническими средствами. Это связано с нечисловой природой большинства информации, что не позволяет автоматизировать этот процесс [8, 9]. Таким образом, при решении задачи оценки возникает роль эксперта или же экспертной комиссии, которые проводят экспертизу оцениваемой информации. Точность комиссии постулируется в силу проведения отбора экспертов по неким объективным показателям. Описываемый в данной работе подход основан на предварительном оценивании, как экспертов, так и экспертиз в рамках заранее заданной системы компетенций. При этом очевидным образом принимается решение об отборе экспертов в комиссию, а программная реализация разработанных в данной работе методик по по-

лучению и оценке точности решения комиссии позволяет не только автоматизировать и упростить процесс проведения экспертизы, но и оценить достоверность полученных результатов.

Таким образом, для автоматизации процесса принятия решения экспертной комиссией и оценки точности принятого решения необходимы:

- аналитическая методика формирования состава экспертной комиссии;
- методика получения итоговой экспертной оценки комиссии по имеющимся экспертным оценкам каждого из экспертов;
- алгоритм получения оценки точности полученного решения.

### **Экспертиза, экспертные оценки**

Экспертиза - исследование экспертами каких-либо вопросов, решение которых требует специальных познаний в области науки, техники, искусства и т. д. [2]

Экспертная оценка – суждения высококвалифицированных специалистов, высказанные в виде содержательной, качественной или количественной оценки объекта исследования, которые предназначены для использования при принятии решений [4]. Они применяются для получения оценок, предполагая, что при решении проблем в условиях неопределенности мнение группы экспертов надежнее, чем мнение одного эксперта. Основным отличием экспертизы от экспертной оценки является существенная нехватка информации по исследуемому объекту.

Задача проведения экспертизы или экспертной оценки разбивается на следующие этапы:

- определение предметной области экспертизы;
- выбор методики проведения и оценки результатов экспертизы;
- выбор регламента проведения экспертизы;
- формирование списка интересующих вопросов;
- формирование состава экспертной комиссии;
- проведение экспертизы;
- анализ результатов экспертизы.

Подобный список этапов приводится в [9].

Стоит заметить, что многообразие областей применения и отсутствие формальных критериев правильности полученной оценки привело к огромному разнообразию методик, поэтому рассмотрим лишь основные классы.

### **Методы экспертных оценок**

Методы экспертных оценок - методы организации работы с экспертами и обработки их мнений [9]. Существует множество методов получения экспертных оценок. В некоторых экспертные оценки получают индивидуально от каждого из экспертов. В других экспертам позволяют очно или заочно взаимодействовать друг с другом, для всестороннего обсуждения вопроса и выработки итогового решения коллективно. В третьих получение экспертных оценок полностью анонимизировано, что позволяет исключить, как возможность влияния авторитетности одного из экспертов на мнения других, так и непредвзятость к мнению высказанному кем-то менее авторитетным. Есть методы с фиксированным числом экспертов, в некоторых из них число экспертов подбирается таким образом, чтобы стало возможным применить статистические методы проверки согласованности мнений. Есть, где число экспертов растет в процессе проведения экспертизы. У каждого из описанных классов есть свои плюсы и минусы, так для

индивидуальных оценок плюсом является простота получения итогового решения, а минусом – узкая применимость, в силу ограниченности компетентности эксперта. Для коллективных оценок ситуация прямо противоположная.

Решение поставленной задачи рассматривалось в контексте применения разрабатываемой методики к заочному анонимному индивидуальному удаленному экспертному оцениванию с варьируемым числом экспертов. Теперь перейдем непосредственно к разработанной методике.

### **Математическая модель формирования состава экспертной комиссии**

Основа данной модели заключается в том, что для получения численных оценок точности полученных решений и формирования формального критерия принятия единого решения нужно произвести оценивание знаний экспертов и сложность экспертиз по заранее разработанному ряду шкал (областей знаний). Стоит заметить, что в данном методе подразумевается не оценка уровня (класса) эксперта, а оценка компетентности, характеризующая вероятность правильного ответа на вопрос. Это ограничение введено с целью упрощения внедрения и использования системы, т.к. разработка тестов для определения уровня эксперта является более сложной задачей. На основании полученных таким образом данных можно, как выбирать экспертов для той или иной экспертизы, так и оценивать точность созданной комиссии.

Рассмотрим несколько алгоритмов производящих отбор экспертов и оценивающих точность комиссии, для этого обозначим  $V^{Exp}$  - оценка сложности экспертизы, а  $V^i, 1 < i < N$  - оценки знаний экспертов, где  $N$  – общее количество экспертов, таким образом:

– полное превышение – в комиссию допускаются те, и только те эксперты, чьи показатели по всем параметрам превосходят характеристики экспертизы, т.е.  $\forall i: V_i^n > V_i^{Exp}$ , где  $n$  – номер допускаемого эксперта. Это достаточно сильное требование и к сожалению оно не всегда выполнимо на практике. Точность комиссии максимальна, но методика оценки точности не ясна;

– частичное превышение – эксперт допускается в комиссию, если хотя бы один их параметров превосходит характеристику экспертизы, т.е.  $\exists i: V_i^n > V_i^{Exp}$ , более того, чтобы комиссия была создана необходимо, чтобы по всем характеристикам экспертизы в комиссии были эксперты с показателями их превышающими, т.е.  $\forall i \exists n: V_i^n > V_i^{Exp}$ . В качестве параметра для оценки точности резонно

выбрать  $\Delta = \sum_{i=1}^N \sum_j (V_j^i - V_j^{Exp})$ . Данная величина характеризует итоговую компе-

тентность комиссии над экспертизой, т.е. при  $\Delta < 0$  большинство экспертов более некомпетентно по большинству показателей, и наоборот при  $\Delta > 0$  большинство экспертов более компетентны по большинству показателей. В данном случае открытым остается лишь вопрос нормировки указанного параметра для преобразования его в оценку точности экспертной комиссии;

– подобие – выбор экспертов, чье распределение показателей подобно распределению характеристик экспертизы, т.е.  $cor(V^n, V^{Exp}) \rightarrow \max$ . Такой алгоритм выбора имеет смысл при оценке уровня (класса) эксперта.

В данной работе за основу взят второй подход.

### **Методика определения итоговой экспертной оценки комиссии**

Очевидно, что для разработки методики определения итоговой экспертной оценки комиссии необходимо классифицировать и ограничить список (типы) рассматриваемых вопросов. В данной работе рассматриваются следующие типы вопросов:

- выбор ответа из предложенных вариантов;
- упорядочивание списка;
- численная оценка.

Эти типы вопросов покрывают практически весь спектр возможных вариантов, за исключением ответов в свободной или текстовой форме. Это несомненно является недостатком данной методики, но введение в рассмотрение таких типов вопросов делает невозможным их автоматизированную обработку.

Методика определения итогового ответа различна, так для выбора ответа итоговое решение определяется как ответ с максимальной модой [7]; при численной оценке, несмотря на очевидность выбора в качестве итогового решения среднего арифметического ответа, итоговое решение определяется как медиана ответов каждого из членов экспертной комиссии [7]; в случае упорядочивания итоговое решение комиссии определяется как медиана Кемени ответов экспертов выраженных в виде бинарных отношений. В силу очевидности методики в случае вопросов выбора и оценки не будем приводить соответствующие выкладки, методику получения итогового решения в случае вопроса упорядочивания, напротив, рассмотрим подробнее. Рассмотрим упорядочивание списка вариантов, как операцию введения некоего бинарного отношения или другими словами ранжировки.

#### Медиана Кемени

Бинарное отношение  $A$  на конечном множестве  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_k\}$  - подмножество декартова квадрата  $Q^2 = \{(q_m, q_n) \mid m, n = 1..k\}$ . При этом пара  $(q_m, q_n)$  входит в  $A$  тогда и только тогда, когда между  $q_m$  и  $q_n$  имеется рассматриваемое отношение. Каждую ранжировку, как и любое бинарное отношение, можно задать матрицей  $\|a(q_m, q_n)\|_{m,n=1..k}$  из 0 и 1. Причем  $a(q_m, q_n) = 1 \Leftrightarrow (q_m < q_n) \vee (q_m \square q_n)$ .

Расстоянием Кемени между бинарными отношениями  $A$  и  $B$ , описываемыми матрицами  $\|a(q_m, q_n)\|_{m,n=1..k}$  и  $\|b(q_m, q_n)\|_{m,n=1..k}$  соответственно, называется число

$$D(A, B) = D(a, b) = \sum_{m,n=1}^k |a(q_m, q_n) - b(q_m, q_n)|, \text{ т.е. расстояние Кемени между бинарными}$$

отношениями по сути – число не совпадающих элементов стоящих на одних и тех же местах в матрицах бинарных отношений.

Расстояние Кемени основано на системе аксиом, приведенной в книге [5], равно как и вывод формулы для расстояния Кемени между упорядочениями.

Рассмотрим бинарные отношения  $A_1, \dots, A_N$ . Медианой Кемени  $A$  называется

$$\underset{A}{\text{Argmin}} \sum_{i=1}^N D(A_i, A). \text{ Медиана Кемени - частный случай определения эмпирического}$$

среднего в пространствах нечисловой природы. Для нее справедлив закон больших чисел, т.е. эмпирическое среднее приближается при росте числа составляющих, к теоретическому среднему:

$$\underset{A}{\text{Argmin}} \sum_{i=1}^n D(A_i, A) \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \underset{A}{\text{Argmin}} M D(A_{\text{Exp}}, A) .$$

Рассматривая ранжирование  $N$  экспертами конечного множества  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_k\}$ , условившись что  $\forall m, n \rightarrow (q_m \prec q_n \vee q_n \prec q_m)$ , очевидно, что в матрицах бинарных отношений  $A_1, \dots, A_N$  значимой является лишь верхняя половина, т.е. только значения выше главной диагонали. Т.о. введем модифицированное расстояние Кемени между ранжированиями  $A$  и  $B$ , описываемыми матрицами  $\|a(q_m, q_n)\|_{m,n=1..k}$  и  $\|b(q_m, q_n)\|_{m,n=1..k}$  соответственно, как  $D_{Exp} = \sum_{m=1}^k \sum_{n>m}^k |a(q_m, q_n) - b(q_m, q_n)|$ . Помня о том, что расстояние Кемени между бинарными отношениями по сути – число не совпадающих элементов понятно, что  $0 \leq D_{Exp} \leq \frac{k \cdot (k-1)}{2}$ , причем достижимость минимума очевидна, а достижимость максимума легко проверяется рассмотрев ранжирования  $A = q_1 \prec q_2 \prec \dots \prec q_k$  и  $B = q_k \prec q_{k-1} \prec \dots \prec q_1$ , для первого из них полуматрица состоит из одних 0, а для второго из 1, т.о. модифицированное расстояние Кемени для  $A$  и  $B$  равно количеству 1 в полуматрице  $B$  и равно количеству элементов полуматрицы, что составляет  $(n \cdot n - n) \cdot \frac{1}{2} = \frac{n \cdot (n-1)}{2}$ , обозначим его за  $P_n$ . Тогда мерой точности принятого комиссией решения является  $\sum_{i=1}^N D_{Exp}(A_i, A)$ , где  $A$  - медиана Кемени для  $A_1, \dots, A_N$ .

Мера корреляции ответа конкретного эксперта с итоговым решением экспертной комиссии является очевидной. Наиболее близкий ответ к итоговому решению находится как  $\underset{A_i}{\text{Argmin}} D(A_i, A)$ .

Рассмотрим алгоритм получения ответа экспертной комиссии из  $N$  экспертов, пусть ответы экспертов по ранжированию  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_k\}$  задаются полуматрицами  $V^i = \|v^i(q_m, q_n)\|_{m=1..k, n>m}^1$ , при ограничениях описанных выше, тогда:

- обозначим ответ комиссии за  $V^O = \|v^O(q_m, q_n)\|_{m=1..k, n>m}$ ;
- рассмотрим  $V = \sum_{m=1}^k \sum_{n>m}^k v^i(q_m, q_n)$ ;
- если  $v(q_m, q_n) > \frac{N}{2}$ , то  $v^O(q_m, q_n) = 1$ ;
- если  $v(q_m, q_n) < \frac{N}{2}$ , то  $v^O(q_m, q_n) = 0$ ;
- если  $v(q_m, q_n) = \frac{N}{2}$ , то комиссия не пришла к единому ответу по этому сравнению и  $q_m$  равнозначно  $q_n$ ;

<sup>1</sup> Здесь и далее, если в отношении рассматриваемых матриц не оговорено обратное, условимся считать  $A_1$  - матрицей, а  $A^1$  - полуматрицей.

– рассмотрим  $D_{Exp}(V^0, V)$  очевидно, что при таком выборе  $V^0$

$$V^0 = \underset{V}{\operatorname{Argmin}} \sum_{i=1}^N D_{Exp}(V^i, V).$$

Несмотря на кажущуюся простоту данный метод позволяет получить итоговое решение оптимизационной задачи поиска  $\underset{V}{\operatorname{Argmin}} \sum_{i=1}^N D_{Exp}(V^i, V)$  с минимальными затратами ресурсов в достаточно большом количестве случаев, однако данный подход применим не всегда. Для иллюстрации этого рассмотрим следующий пример. Возьмем  $N=3$ ,  $k=3$ , т.е.  $Q = \{q_0, q_1, q_2\}$ , пусть эксперты проранжировали  $Q$  следующим образом:

- 1-й эксперт -  $q_1 \prec q_0 \prec q_2$ ;
- 2-й эксперт -  $q_0 \prec q_2 \prec q_1$ ;
- 3-й эксперт -  $q_2 \prec q_1 \prec q_0$ .

Тогда полуматрицы имеют следующий вид:

$$– \text{ 1-й эксперт - } V^1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ & 0 \end{vmatrix};$$

$$– \text{ 2-й эксперт - } V^2 = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ & 1 \end{vmatrix};$$

$$– \text{ 3-й эксперт - } V^3 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ & 1 \end{vmatrix}.$$

Условимся для краткости  $\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ & 0 \end{vmatrix}$  записывать как  $\|1 \ 0 \ 0\|$ , т.е. пре-

образовывать полуматрицы к вектору по следующему правилу обхода

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_{k-1} \\ & a_k & \dots & a_{2k-3} \\ & & \dots & \dots \\ & & & a_{P_k} \end{vmatrix} \rightarrow \|a_1 \ a_2 \ \dots \ a_{P_k}\|, \text{ т.о. обозначив за } i - \text{ номер столбца, а}$$

за  $j$  - номер строки и условившись, что выбранная ячейка принадлежит полуматрице, получаем, что элемент  $a_{ij}$  находится на  $n \cdot j - P_{j+1} + (i - j)$  позиции.

Возвращаясь к рассматриваемому нами примеру, получаем, что  $V^0 = \|1 \ 0 \ 1\|$ , т.е. расширявая матрицу поэлементно, имеем  $q_1 < q_0$ ,  $q_0 < q_2$ ,  $q_2 < q_1$ . Т.е. имеем противоречие, т.к.  $q_1 < q_0, q_0 < q_2 \rightarrow q_1 < q_2$ . Т.о. несмотря на то, что каждый из экспертов проранжировал  $Q$  приемлемым образом и получено решение оптимизационной задачи поиска  $\text{Argmin}_V \sum_{i=1}^N D_{Exp}(V^i, V)$ , т.е. найдена Медиана Кемени, полученное решение нельзя взять за итоговое.

В подобном случае поиск решения оптимизационной задачи  $\text{Argmin}_V \sum_{i=1}^N D_{Exp}(V^i, V)$  производится методом полного перебора возможных вариантов. Естественно, что при его реализации произведены не только возможные оптимизации программного кода для ускорения работы алгоритма, но и сам алгоритм перебора оптимизирован и доработан в таких аспектах, как:

- хранится предполагаемое минимальное значение  $\sum_{i=1}^N D_{Exp}(V^i, V)$ , что позволяет пропускать вычисление  $D_{Exp}(V^i, V)$ , при превышении части  $\sum_i D_{Exp}(V^i, V)$  предполагаемого минимума;
- в качестве начального элемента перебора взята  $V^0$ , получаемая согласно описанному выше алгоритму;
- начальными направлениями перебора являются изменения тех элементов  $V^0$ , которые наиболее близки к  $\frac{N}{2}$ .

Подобные оптимизации позволяют значительно ускорить поиск  $\text{Argmin}_V \sum_{i=1}^N D_{Exp}(V^i, V)$ , но их результативность существенно зависит от количества ранжируемых элементов и ответов экспертов, так на множестве из 3-х элементов скорости поиска решения алгоритмов практически совпадают, а на множестве из 20-ти элементов использование оптимизированного алгоритма может давать ускорение до 10 раз по сравнению с обычным алгоритмом.

Возвращаясь к нашему примеру, получаем что  $V^0 = \{\|1 \ 0 \ 0\|, \|0 \ 0 \ 1\|, \|1 \ 1 \ 1\|\}$ , что означает, что комиссия не пришла к единому решению.

#### Методика оценки точности полученного решения

Методика оценки точности полученного решения, так же как и методика определения итогового решения для разных типов вопросов различна. Так для вопросов выбора и оценивания целесообразно оценивать точность в соответствии с дисперсией ответов относительно итогового решения экспертной комиссии. В случае вопросов упорядочивания естественно взять в качестве оценки точности полученного решения коэффициент конкордации Кендалла. Рассмотрим это подробнее, используя выкладки [1, 3, 6, 11].

#### Конкордация Кендалла

Рассмотрим ранжирование множества  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_k\}$  группой из  $N$  экспертов. Обозначим за  $r_{ij}$  - ранг присвоенный  $i$ -м экспертом элементу  $q_j$ . Это можно проиллюстрировать таблицей 1, в которой снизу дописана строка с суммой рангов для каждого элемента  $Q$ .

**Таблица 1. Иллюстрация матрицы ранжирования множества  $Q$  группой из  $N$  экспертов.**

	$q_1$	$q_2$	...	$q_k$
1	$r_{11}$	$r_{12}$	...	$r_{1k}$
2	$r_{21}$	$r_{22}$	...	$r_{2k}$
...	...	...	...	...
$N$	$r_{N1}$	$r_{N2}$	...	$r_{Nk}$
$\Sigma$	$\sum_{i=1}^N r_{i1}$	$\sum_{i=1}^N r_{i2}$	...	$\sum_{i=1}^N r_{ik}$

Тогда очевидно средние  $a_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k r_{ij}$  равны для всех  $i$  и равны  $\frac{k+1}{2}$ , а общее среднее  $a = \sum_i a_i = \sum_i \frac{1}{k} \sum_j r_{ij} = \frac{1}{k} \sum_i k \frac{k+1}{2} = \frac{N \cdot (k+1)}{2}$ . Вариация имеет вид

$$S = \sum_{i=1}^N \left( \sum_{j=1}^k r_{ij} - a \right)^2.$$

Заметим, что в случае несвязанных рангов  $r_{ij} \in N$ . В случае если  $i$ -й эксперт не может предпочесть ни  $q_j$ -е  $q_k$ -му, ни  $q_k$ -е  $q_j$ -му  $r_{ij} = r_{ik}$ , при этом  $r_{ij}$  выбирается таким образом, чтобы  $\sum_{j=1}^k r_{ij} = k \frac{k+1}{2}$ .

Понятно, что при полной несогласованности экспертов  $\sum_{j=1}^k r_{ij} \rightarrow a$  и  $S \rightarrow 0$ , а при полной несогласованности  $S \rightarrow \max$ . Доказано [10], что при полной согласованности экспертов  $S_{\max} = \frac{N^2 \cdot (k^3 - k)}{12}$ , в случае отсутствия связанных рангов. Коэффициент конкордации определяется как отношение реальной вариации в матрице рангов к ее максимальному значению, т.е.  $W = \frac{S}{S_{\max}}$ . Для случая несвязанных рангов коэффициент конкордации находится по формуле  $W = \frac{12 \cdot S}{N^2 (k^3 - k)}$ .

Рассмотрим случай связанных рангов [1, 6]:  $S_{\max} = \frac{N^2 \cdot (k^3 - k)}{12} - N \sum_{i=1}^e T_i$ , где  $e$  - количество экспертов, присвоивших дробные ранги, а  $T_i = \frac{1}{12} \sum_{v=1}^g (t_v^3 - t_v)$ , где  $g$  - число

групп связанных рангов, а  $t_v$  - количество связанных рангов в группе. Тогда

$$W = \frac{12 \cdot S}{N^2(k^3 - k) - N \sum_{i=1}^e \left[ \sum_{v=1}^g (t_v^3 - t_v) \right]}.$$

Для оценки точности полученного решения производится проверка гипотезы  $H_0$ : ранжирования  $r_i$  независимы.

Установлено [1, 3, 6, 12], что при  $k > 7$  величина  $N(k-1)W$  имеет  $\chi^2$  распределение с числом степеней свободы  $k-1$ . Т.о. при выполнении  $N(k-1)W > \chi^2(k-1, \alpha)$  гипотеза  $H_0$  об отсутствии ранговой связи должна быть отвергнута, т.е. мнения экспертов считаются согласованными при заданном уровне значимости  $\alpha$ .

### Выводы

Таким образом были разработаны:

- математическая модель формирования состава экспертной комиссии;
- аналитическая методика получения итоговой экспертной оценки комиссии для вопросов выбора, численной оценки и упорядочивания;
- методы оценки точности полученных итоговых решений для рассматриваемых типов вопросов.

Описанные выше результаты в комплексе формируют методику, которая позволяет произвести автоматизацию процесса проведения экспертной оценки в применение к дистанционному анонимному индивидуальному экспертному оцениванию с варьируемым числом экспертов.

### Литература

1. Айвазян С. А. и Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М.: Изд. об-ние "ЮНИТИ". 1998. 1022 с.
2. Большая Советская Энциклопедия.- 3 е изд. ред. Т. 30. М.: Советская энциклопедия. 1978. 632 с.
3. Бондарь А. Г., Статюха Г. А., и Потяженко И. А. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии Алгоритмы и прим. Киев: Вища школа. 1980. 263 с.
4. Гохман О. Г. Экспертное оценивание Учеб. пособие. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та. 1991. 150 с.
5. Кемени Д. и Снелл Д. Кибернетическое моделирование: Некоторые приложения. М.: Советское радио. 1972. 192 с.
6. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика (Probability theory and mathematical statistics). М.: ЮНИТИ : ЮНИТИ-Дана. 2003. 573 с.

7. Орлов А. И. Менеджмент. М.: Издательство "Изумруд". 2003. 298 с.
8. Орлов А. И. Эконометрика. Учебник. М.: Экзамен. 2002. 576 с.
9. Орлов А. И. Экспертные оценки. Учебное пособие. 2002. 31 с.
10. Рузинов Л. П. Статистические методы оптимизации химических процессов. М.: Химия. 1972. 200 с.
11. Шмойлова Р. А. Теория статистики : Учеб. для студентов экон. спец. вузов. М.: Финансы и статистика. 1999. 557 с.
12. Legendre P. Species Associations: The Kendall Coefficient of Concordance Revisited. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, 2005. №10 (2): с. 226–245.
13. Самохвалов А. История Яндекса. Яндекс - 2008 // [www.yandex.ru - Яндекс](http://company.yandex.ru/about/history/archive/2008.xml). 2008. URL: <http://company.yandex.ru/about/history/archive/2008.xml>.
14. Вступительное слово президента Российской Федерации Д.А. Медведева на заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России, 18 июня 2009 года. Москва.
15. Заседание президиума Государственного совета «О реализации Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации». 17 июля 2008 года. Петрозаводск.

**D. Smirnov**

*Moscow Institute of Physics and Technology (SU)*

**ABOUT MATHEMATICAL MODEL OF EXPERTS COMMITTEE FORMING, FINAL EXPERTS ESTIMATION OBTAINING AND ESTIMATING ACCURACY OF OBTAINED SOLUTION**

*Abstract. The article discusses the development of methods how the expert committee should be formed, and the final experts estimation and evaluation of the accuracy of the solution should be obtained. Solution of the problem was considered in the context of the developing method for the remote, individual, and anonymous expert evaluation with a variable number of experts. The author suggested a model of formation of the expert committee; method of determining final experts evaluation for the following issues: choice of options, order of the options within the list, the numerical score; method of*

*estimating the solution accuracy. The proposed method is based on Kendall coefficient of concordance as a criteria for the accuracy of the obtained solution.*

*Key words:* forming of expert committee, experts estimations, expertise, obtaining of final experts estimation, estimation of the accuracy of obtained solution.

## **ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ**

**УДК 37.016:53**

### **СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО И МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ**

**Д. В. Голиков, Н. Н. Голикова**

*Московский государственный областной университет  
105005, Москва, ул. Радио, 10а*

*Аннотация.* Совместное использование современного демонстрационного компьютерного и мультимедийного оборудования открывает большие возможности перед преподавателем при изучении физики, как в школе, так и ВУЗе. Применяя данные