



УДК 004.83
ГРНТИ 27.43.51

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЭКСПЕРТНОЙ ГРУППЫ

*В.Д. ЕРЕМЕНКО, кандидат военных наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
И.А. ПРИПАЧКИН, кандидат технических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
Ю.В. ШИПКО, кандидат технических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
А.В. ГАВРИЛЕНКО
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

Представлен вероятностный подход к оценке количественного состава экспертной группы с учетом уровней ошибок экспертов и точности групповой оценки проблемы. Проведен вычисленный эксперимент по расчету количественного состава экспертной группы на основе применения биномиального закона распределения.

Ключевые слова: вероятность, экспертная оценка, количественный состав экспертной группы, уровень ошибок экспертов, биномиальный закон распределения.

A PROBABILISTIC APPROACH TO THE ASSESSMENT OF THE EXPERT GROUP QUANTITATIVE COMPOSITION

*V.D. EREMENKO, Candidate of Military Sciences, Assistant Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
I.A. PRIPACHKIN, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
YU.V. SHIPKO, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
A.V. GAVRILENKO
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

The paper presents a probabilistic approach to the assessment of the expert group quantitative composition, taking into account the experts errors levels and the problem group assessment accuracy. the calculated experiment on the calculation of the expert group quantitative composition on the basis of the binomial distribution law is carried out.

Keywords: probability, expert assessment, quantitative composition of the expert group, expert errors level, binomial distribution law.

Введение. Мониторинг состояния учебной материально-технической базы образовательного учреждения представляет собой процесс отслеживания изменения характеристик ее элементов. Данные мониторинга применяются при лицензировании высшего учебного заведения, в интересах совершенствования базы, повышения качества образования. В настоящее время отсутствуют формализованные методики, позволяющие производить достаточно корректную оценку состояния учебной материально-технической базы, поэтому наиболее приемлемой для этих целей является экспертная оценка, а поскольку оцениваемая категория является составляющей педагогической системы, то экспертная оценка носит характер педагогического эксперимента.



Актуальность. Методы экспертных оценок используются для анализа объектов и проблем, развитие которых либо полностью, либо частично не поддается математической формализации, трудно разработать адекватную модель. Существуют различные приложения экспертных оценок в областях образования, науки, техники, экономики, известны методы (аспекты) организации, проведения и анализа экспертного опроса [1, 3, 4].

Основные требования, предъявляемые к участниками экспертизы, для получения качественного результата их работы: высокий уровень общей эрудиции; высокий профессиональный уровень в оцениваемой области; способность перспективно мыслить; восприимчивость инноваций; отсутствие субъективизма в отношении практического применения оцениваемой идеи; наличие производственного и (или) исследовательского опыта в данной области.

Немаловажным фактором первого этапа экспертного опроса является определение количественного состава экспертной группы. Решение данной задачи может основываться как на методах математической статистики, так и на «теории здравого смысла». Действительно, группу экспертов можно формировать как результат некоторых вероятностных расчетов, так и на основе потенциала авторитетности и компетентности экспертов. Наиболее приемлемым, безусловно, является рациональное сочетание данных подходов.

Базовые подходы к решению задачи. Численность группы не должна быть малой, поскольку иначе теряется убедительность, массовость и доказательность экспертных оценок. Кроме того, при малой группе экспертов в значительной степени влияет оценка каждого эксперта. При увеличении группы экспертов, хотя и устраняются эти недостатки, но индивидуальная оценка каждого отдельно взятого эксперта почти не влияет на групповую оценку. Рост численности экспертной группы далеко не всегда приносит повышение достоверности оценок. Одновременно с ростом числа экспертов увеличиваются трудности, связанные с обработкой результатов опроса и координацией работы группы. Следовательно, существуют некоторые граничные оценки численности группы экспертов N_{\min} и N_{\max} , подходы к определению которых могут быть различны.

Так, существует правило представительности группы экспертов, заключающееся в том, что для принятия решений по множеству из m событий группой из N экспертов должно выполняться условие $N \geq m$, иначе говоря, принимается, что $N_{\min} \geq m$. Верхней границей численности экспертной группы является потенциально возможное число экспертов: $N_{\max} \leq N_n$, где n – число подгрупп.

Установить оптимальную численность группы экспертов довольно трудно. Однако в настоящее время разработан ряд формализованных подходов к этому вопросу. Один из них основан на установлении максимальной и минимальной границ численности группы. При этом исходят из двух условий: высокой средней компетентности групп экспертов и стабилизации средней оценки прогнозируемой характеристики. Первое условие используется для определения максимальной численности группы экспертов N_{\max} [3]:

$$N_{\max} \leq \frac{\sum_{i=1}^n k_i}{ck_{\max}}, \quad (1)$$

где: k_i – компетентность (уровень достоверности оценки) i -го эксперта; c – константа; k_{\max} – максимально возможная компетентность (достоверность оценки).

Это условие предполагает, что при наличии специалистов, обладающих наибольшей компетентностью, среднее значение их оценок можно считать «истинным». Для определения константы используется практика голосования: группа считается избранной при $2/3$ голосов присутствующих, отданных за ее избрание, тогда принимается значение $c = 2/3$.

Граница минимальной численности экспертной группы определяется с учетом условия стабилизации средней оценки рассматриваемой характеристики, которое формулируется сле-



дующим образом: включение или исключение из группы какого-либо специалиста незначительно влияет на среднюю оценку прогнозируемой величины: $(\bar{x} - \bar{x}') / x_{\max} \leq \varepsilon$, где \bar{x} – средняя оценка прогнозируемого показателя в баллах, данная экспертной группой; \bar{x}' – средняя оценка, данная экспертной группой с измененным составом (при включении/исключении одного эксперта); x_{\max} – максимально возможная оценка выполнения требований по принятой шкале оценок; ε – заданная величина изменения средней ошибки при включении/исключении одного эксперта.

Величина средней ошибки ε имеет наибольшую чувствительность к оценке самого компетентного эксперта, который поставил наибольший балл при $\bar{x} \leq x_{\max}$ и наименьший при $\bar{x} \geq x_{\max} / 2$. В зависимости от заданной (допустимой) величины ε минимальное число экспертов можно определить по формуле [3]:

$$N_{\min} = (3 / \varepsilon + 5) / 2. \quad (2)$$

Таким образом, приведенные выше правила дают возможность получить оценочные значения максимального и минимального числа экспертов в группе. Окончательно группа формируется путем последовательного исключения малокомпетентных экспертов при соблюдении условия $k_{\max} - k_i \leq \delta$, где δ – заданная величина допустимого отклонения компетентности i -го эксперта от максимальной величины. Одновременно в группу могут быть включены новые эксперты. Численность группы устанавливается в пределах $N_{\min} \leq N \leq N_{\max}$.

Известные подходы позволяют определить ориентировочные границы численности экспертной группы в пределах от 5–8 человек (количественного представительства в иерархической ячейке) до 14–50 человек (количества, определенного перечнем элементов рассматриваемого объекта исследования), а если руководствоваться только формулами математической статистики, то максимальная оценка может оказаться более чем 100 экспертов.

Вместе с тем, более обоснованными могут явиться оценки связанные с уменьшением уровня ошибок экспертов или с увеличением их достоверности.

Подходы к оценке количественного состава экспертной группы. Рассматривается связь числа экспертов с надежностью экспертных оценок при условии, что все N экспертов дают правильные оценки, подверженные лишь случайным ошибкам, поскольку за счет заранее обусловленной компетентности экспертов систематические ошибки отсутствуют. Принимая в качестве показателя точности оценок эксперта среднее квадратическое отклонение σ , показатель точности групповой оценки можно определить выражением:

$$\sigma_{1,N} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2}, \quad (3)$$

при равной точности оценок $\sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_N$ выражение (3) принимает вид:

$$\sigma_{1,N} = \frac{1}{\sqrt{N}} \sigma_1 = \alpha \sigma_1. \quad (4)$$

Данное выражение (4) показывает, что при увеличении числа экспертов точность оценки повышается, но при определенных значениях N прирост точности становится незначительным. С целью повышения качества решения задачи определения количества экспертов мы предполагаем, что компетентность экспертов различна, тогда можно построить ряд $\sigma_1 < \sigma_2 < \dots < \sigma_N$, который при



равномерном росте ошибок, определяемом коэффициентом $k = \text{const} > 1$, позволяет записать: $\sigma_1; \sigma_2 = k\sigma_1; \sigma_3 = k^2\sigma_1; \dots; \sigma_N = k^{N-1}\sigma_1$. Тогда (4) преобразуется к виду:

$$\sigma_{1,N} = \frac{\sigma_1}{N} \sqrt{\frac{k^{2N} - 1}{k^2 - 1}}. \quad (5)$$

Качественный анализ выражения (5) показывает, что зависимость точности групповой оценки $\sigma_{1,N}$ имеет неярко выраженный экстремум при $k > 1$. Результаты вычислительного эксперимента, проведенного согласно выражению (5) при значениях $k = 1,05; 1,10; 1,20$ и согласно (4) при $k = 1$, отображены на рисунке 1.

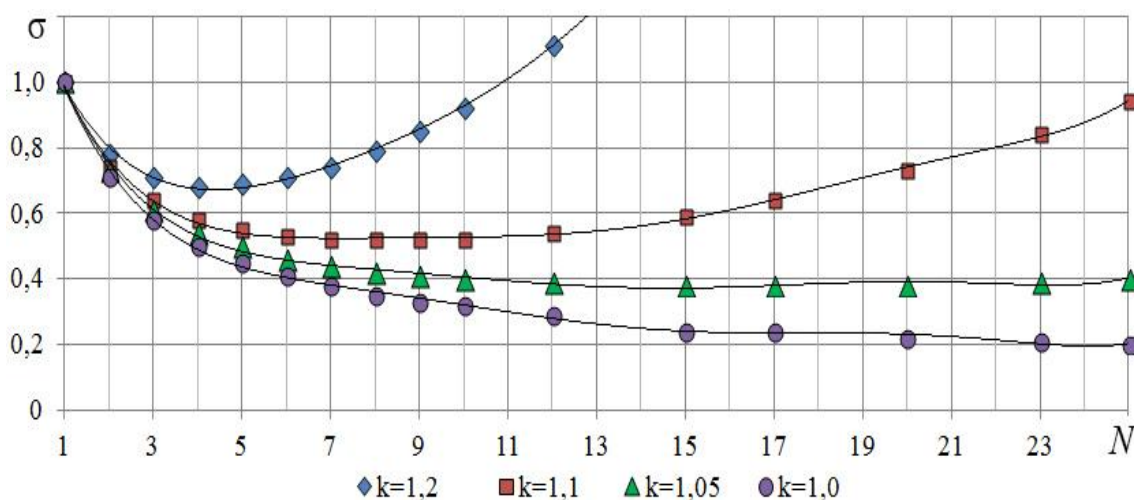


Рисунок 1 – Зависимость ошибки σ от числа экспертов

Как отмечено на рисунке 1, при равной точности оценок начиная с 15 экспертов в группе прирост величины ошибки весьма незначителен, т. е. максимум в 15–20 человек может быть предельным. Для различных точностей диапазон числа экспертов в группе в пределах минимума ошибок составляет 3–7, 6–12, 10–25 для $k=1,2; 1,1; 1,05$ соответственно.

Таким образом, увеличение числа экспертов, начиная с некоторого значения, приводит к росту ошибок экспертизы. Это объясняется тем обстоятельством, что уменьшение групповой ошибки за счет взаимного погашения случайностей в ошибках разных экспертов перекрывается увеличением ошибки за счет внесения неопределенности в достоверность решения при росте абсолютного числа экспертов, поскольку в группе могут оказаться эксперты, имеющие систематические ошибки оценки, что и учитывается величиной коэффициента компетентности. Итак, можно считать, что в экспертную группу целесообразно включать 10–15 наиболее компетентных специалистов.

При определении количественного состава экспертной группы может быть применен биномиальный закон распределения, поскольку достоверность оценки каждым экспертом значимости того или иного элемента изучаемого объекта не является детерминированной. В соответствии с данным законом можно определить вероятность достоверной оценки (успешного решения) некоторым числом экспертов (m) из группы (n) при выполнении условий $m \in n$ и $m \geq m_{\text{зад}}$. Тогда, вероятность решения для данных условий определяется как [2]:



$$P(m, n) = \sum_{i=m}^n c_n^i \cdot p^i (1-p)^{n-i}, \quad (6)$$

где: $P(m, n)$ – вероятность правильного решения не менее чем m экспертами из группы n экспертов; p – вероятность правильного решения одним экспертом; m – число экспертов, принявших правильные решения.

Расчет вероятностей $P(m, n)$ проведен с использованием процедуры моделирования биномиального распределения в системе Excel (mS Office) при варьировании значений вероятности правильного решения одним экспертом $p=0,7; 0,8; 0,9; 0,95$ и состава групп $n=5; 7; 10; 12$ экспертов. После анализа полученных данных, задаваясь предельно допустимыми величинами вероятности $P(m, n) \geq 0,7$ для различных значений p , определен рациональный состав экспертной группы. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка числа экспертов для заданной вероятности решения одним экспертом при различном составе группы

| Достоверность оценки p | Вероятности достоверной оценки для групп экспертов | | | |
|--------------------------|--|--------|---------|---------|
| | 3 из 5 | 4 из 7 | 6 из 10 | 8 из 12 |
| 0,7 | 0,8369 | 0,8739 | 0,8497 | 0,7236 |
| 0,8 | 0,7373 | 0,8520 | 0,8791 | 0,7946 |
| 0,9 | 0,9185 | 0,8503 | 0,7361 | 0,8891 |
| 0,95 | 0,7738 | 0,6983 | 0,9139 | 0,8816 |

Выводы. Данные таблицы 1 позволяют сделать вывод, что заданный уровень $P(m, n)$ может быть достигнут: группой в 12 экспертов, если не менее 8 специалистов решают задачу с вероятностью $p=0,7$; группой в 10 экспертов, если не менее 9 специалистов решают задачу с вероятностью $p=0,9$; группой в 7 экспертов, если не менее 6 специалистов решают задачу с вероятностью $p=0,9$; группой в 5 экспертов, если не менее 5 специалистов решают задачу с вероятностью $p=0,95$. Следовательно, с одной стороны, выбранные пределы вероятности правильного решения задачи одним экспертом позволяют реально определить группу в составе 5–12 человек, а с другой – определить повышенные требования к подбору и определению требований к компетентности экспертов.

Кроме того, полученные результаты показывают, что при значении вероятности $p > 0,7$ вероятности правильных решений возрастают, а вероятности неправильных решений убывают. Это свидетельствует о том, что для обеспечения достаточно высоких вероятностей правильных решений (и низких вероятностей неправильных решений) целесообразно иметь не менее 7, а в лучшем случае, предопределившем принятие решения – 10 экспертов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гмошинский, В.Г. Теоретические основы инженерного прогнозирования [Текст] / В.Г. Гмошинский, Г.И. Флиорент. М.: Наука, 1973. 304 с.
2. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов [Текст] / В.Е. Гмурман. 9-е изд., стер. М.: Высшая школа, 2003. 479 с.
3. Рабочая книга по прогнозированию [Текст] / Ред. кол.: И.В. Бестужев-Лада (отв. ред.). М.: Мысль, 1982. 430 с.



4. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании [Текст] / Отв. ред. акад. В.С. Михалевич. Киев: Наук. Думка, 1974. 160 с.

REFERENCES

1. Gmshinskij, V.G. Teoreticheskie osnovy inzhenerного prognozirovaniya [Tekst] / V.G. Gmshinskij, G.I. Fliorent. M.: Nauka, 1973. 304 p.
2. Gmurman, V.E. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika: Ucheb. posobie dlya vuzov [Tekst] / V.E. Gmurman. 9-e izd., ster. M.: Vysshaya shkola, 2003. 479 p.
3. Rabochaya kniga po prognozirovaniyu [Tekst] / Red. kol.: I.V. Bestuzhev-Lada (otv. red.). M.: Mysl', 1982. 430 p.
4. `Ekspertnye ocenki v nauchno-tehnicheskom prognozirovanii [Tekst] / Отв. redactor acad. V.S.Mihalevich. Kiev: Nauk. Dumka, 1974. 160 p.

© Еременко В.Д., Припачкин И.А., Шипко Ю.В., Гавриленко А.В., 2019

Еременко Валентин Дмитриевич, кандидат военных наук, доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра образовательных и информационных технологий, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г.Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, valentin.eriomenko@yandex.ru.

Припачкин Игорь Андреевич, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра образовательных и информационных технологий, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г.Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, yshipko@mail.ru.

Шипко Юрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра образовательных и информационных технологий, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г.Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, yshipko@mail.ru.

Гавриленко Алексей Витальевич, младший научный сотрудник научно-исследовательского центра образовательных и информационных технологий, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г.Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, alexey7310@mail.ru.