

УДК 004.05

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.28.1.004](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.28.1.004)

## Сбор и обработка экспертных данных в методике оценки качества информационных систем «Ревизор»

И.М. Ажмухамедов, О.М. Романова

*ФГБОУ ВО Астраханский государственный университет, Астрахань,  
Российская федерация*

**Резюме:** В данной статье рассматривается процесс оценки согласованности экспертных данных и расчета конечного значения искомым (результулирующих) показателей для методологии оценки качества информационных систем «Ревизор». Цель исследования состоит в решении задачи подбора и адаптации методик проведения опроса (онлайн-анкетирования) экспертов; оценки согласованности полученных данных; расчета конечного значения результирующих показателей по оценкам экспертов. Для проведения онлайн-анкетирования экспертов был адаптирован метод Дельфи. Его модификация заключается в следующем: после проведения раунда анкетирования необходимо определить согласованность мнений экспертов по каждому оцениваемому показателю и в случае, если согласованность экспертов по какому-либо из наборов оценок не достигнута, необходимо: 1) получить от экспертов комментарии по оценкам «проблемных» (несогласованных) показателей; 2) организовать повторный раунд опроса, при этом перед началом повторного раунда каждый из участников получает комментарии экспертов по каждому из несогласованных вопросов. Данный этап будет повторяться до тех пор, пока мнения экспертов не станут согласованными. Оценку согласованности мнений экспертов предлагается производить путем расчета величины доверительного интервала. Для оценки итоговых значений показателей рекомендуется использовать медиану. Материалы статьи представляют практическую ценность для организаций различного профиля, проводящих оценку качества собственных информационных систем самостоятельно, и для ИТ-компаний, предоставляющих услуги по проведению данной оценки.

**Ключевые слова:** оценка качества информационных систем, экспертная оценка, метод Дельфи, величина доверительного интервала, медиана, среднее арифметическое, онлайн-анкетирование.

**Для цитирования:** Ажмухамедов И.М., Романова О.М. Сбор и обработка экспертных данных в методике оценки качества информационных систем «Ревизор». *Моделирование, оптимизация и информационные технологии.* 2020;8(1). Доступно по: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/AzhmuhamedovRomanova\\_1\\_20\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/AzhmuhamedovRomanova_1_20_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.004

## Collection and processing of expert data in the method of evaluating the quality of information systems "Inspector"

I.M. Azhmuhamedov, O.M. Romanova

*Astrakhan State University, Astrakhan, Russia*

**Abstract:** his article discusses the process of assessing the consistency of expert data and calculating the final value of the desired (resulting) indicators for the quality assurance methodology for the “Auditor” information systems. The purpose of the study is to solve the problem of selecting and adapting survey methods (online questioning) of experts; assessment of the consistency of the data; calculating the final value of the resulting indicators according to experts. To conduct an online survey of experts, the Delphi method was adapted. Its modification consists in the following: after conducting a round of questioning, it is necessary to determine the consistency of expert opinions on each indicator to be evaluated, and if

the consistency of experts on any of the sets of assessments is not achieved, it is necessary: 1) to receive comments from experts on assessments of “problematic” ones ( inconsistent) indicators; 2) to organize a second round of the survey, while before the start of the second round, each participant receives expert comments on each of the uncoordinated issues. This stage will be repeated until the opinions of experts are agreed upon. It is proposed to evaluate the consistency of expert opinions by calculating the value of the confidence interval. To evaluate the total values of indicators, it is recommended to use the median. The materials of the article are of practical value for organizations of various fields, conducting an assessment of the quality of their own information systems independently, and for IT companies providing services for this assessment.

**Keywords:** quality assessment of information systems, expert judgment, Delphi method, confidence interval, median, arithmetic mean, online questioning.

**For citation:** Azhmuamedov I.M., Romanova O. M. Collection and processing of expert data in the method of evaluating the quality of information systems "Inspector". *Modeling, optimization and information technology*. Available from: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/AzhmuamedovRomanova\\_1\\_20\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/AzhmuamedovRomanova_1_20_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.004 (In Russ).

## Введение

Информационные системы (ИС) стали неотъемлемой частью современного общества. Торговые компании, некоммерческие организации и объединения, государственные органы используют ИС не только для «информационной поддержки» своих хозяйственных и бизнес-процессов, но и как самостоятельный источник (инструмент) получения материальных и финансовых благ [1,2]. Так, организации, осуществляющие оптовую и розничную торговлю, в составе ИС используют специализированное программное обеспечение (ПО) для организации автоматического обмена платежными документами с банками, электронного документооборота юридически значимыми документами с контрагентами, розничных продаж; ведения кассы и пр. Некоммерческие организации могут использовать специализированное программное обеспечение для информационных рассылок, СМС-уведомлений, произведения различных начислений/взносов и пр. Использование информационных систем несоответствующего, низкого качества частными компаниями может привести к потере прибыли, снижению имиджа организации. Государственные же образования (органы, учреждения и пр.), эксплуатируя некачественные ИС, рискуют нанести вред наиболее важным отраслям: медицина, наука, образование, социальная сфера и пр.

В связи с этим вопрос оценки и управления качеством информационных систем, под которым понимается степень соответствия их характеристик тем требованиям, которые установило лицо, принимающее решения (ЛПР), является одним из важнейших для любой современной организации.

Одними из многообещающих в сфере оценки и менеджмента качества информационных систем (ИС) являются методики, опирающиеся на серию стандартов ISO 9000, в которых:

- вводятся общие термины и определения в области оценки качества;
- описываются классы показателей, влияющих на качество объекта;
- описываются требования к системам менеджмента качества и пр.

Актуальность данных методик связана с тем, что на основе ISO 9000 в различных областях разрабатываются свои стандарты по управлению качеством соответствующих объектов. Например, были разработаны стандарты серии ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000-2012, ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2006, ГОСТ Р ИСО/МЭК 27003-2012 и пр.), на основе которых компания может спроектировать и внедрить

систему менеджмента информационной безопасности (ИБ) и эффективно управлять уровнем ИБ своих информационных систем. Таким образом, с учетом мировой тенденции к стандартизации и сертификации использование ISO 9000 в качестве методологической базы для методик оценки и управления качеством ИС позволит:

- сформировать единый интернациональный подход к менеджменту качества ИС;
- рассматривать вопрос о сертификации систем менеджмента качества информационных систем;
- в различных организациях разрабатывать и внедрять эффективные системы менеджмента качества ИС.

К таким многообещающим методологиям менеджмента качества информационных систем можно отнести методику «Ревизор», изложенную в [3,4], к преимуществам которой можно отнести:

- возможность совместного использования качественных и количественных показателей качества информационных систем путем применения теории нечетких множеств;
- возможность использования методологии на всех этапах жизненного цикла ИС, где требуется оценка качества информационной системы;
- классифицирование показателя «Качество ИС» на текущий (определяющий уровень качества ИС в настоящий момент времени) и «событийно-прогнозный» (определяющий уровень качества ИС при получении ею повреждений в результате реализации потенциальных угроз), что позволяет делать более точные выводы о состоянии ИС и т.д;
- возможность адаптации нечетких моделей методики под особенности функционирования организаций путем модификации состава множеств концептов этих моделей.

Для данной методики в [5] были подобраны следующие методы сбора экспертной информации:

- для этапов определения функций, подсистем ИС; формирования множеств концептов нечетких когнитивных моделей (средства обеспечения информационной безопасности ИС, угрозы ИС, уязвимости ИС, атаки на ИС, повреждение элементов ИС) – методы коллективной работы экспертной группы: проведение совещаний, мозгового штурма и пр.
- для этапов определения связей между концептами нечетких когнитивных моделей (рисунок 1); формирования базы знаний для оценки текущего уровня качества информационной системы, состоящей из нечетких продукционных правил, определяющих влияние каждого уровня повреждений иерархии повреждений (рисунок 2); оценки состояния концептов нечетких когнитивных моделей (НКМ) оценки качества ИС – метод «онлайн-анкетирование».

Однако открытым остался вопрос оценки согласованности данных, собранных методом онлайн-анкетирования и расчета конечного значения искомым (результатирующим) показателей по оценкам пользователей. Соответственно необходимо также проработать механизм проведения онлайн-анкетирования, чтобы обеспечить достижение в результате опроса приемлемого уровня согласованности данных.

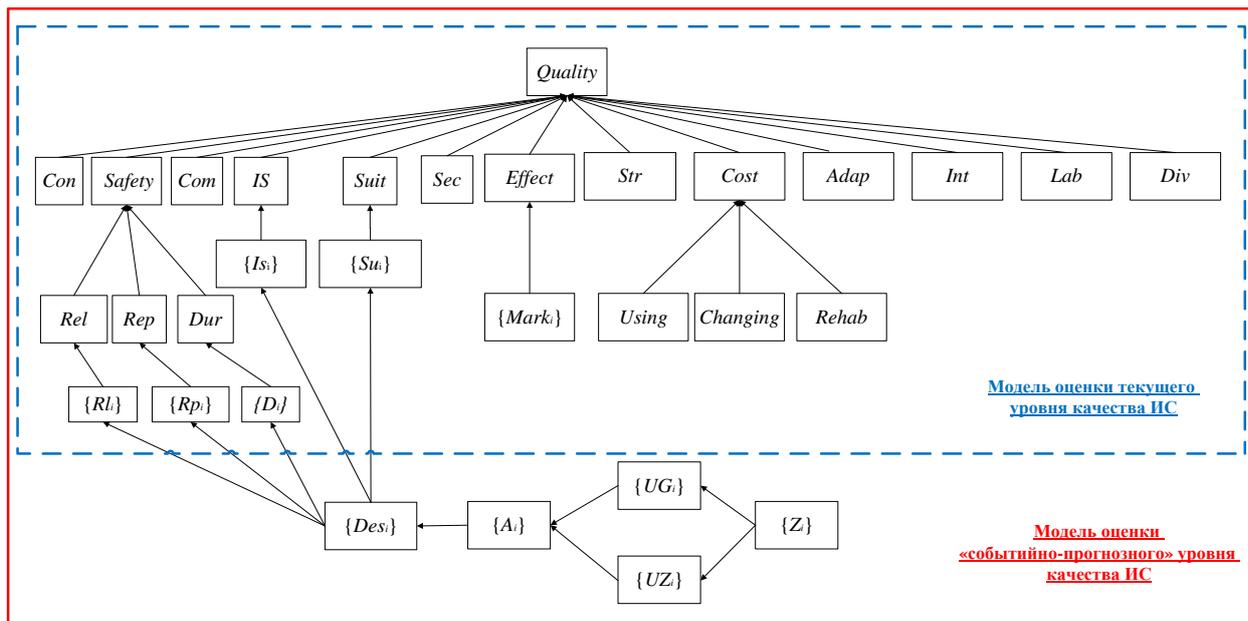


Рисунок 1 - Нечеткие когнитивные модели оценки качества ИС  
Figure 1 - Fuzzy cognitive models for assessing the quality of IS



Рисунок 2 - Иерархия повреждений  
Figure 2 - Damage hierarchy

Исходя из этого, была сформулирована **цель** данной работы: подобрать и адаптировать подходящие методики:

- 1) проведения опроса (онлайн-анкетирования);
- 2) оценки согласованности полученных данных;
- 3) расчета конечного значения результирующих показателей по оценкам экспертов.

### Выбор методики для проведения онлайн-анкетирования

Для оценки качества ИС с помощью онлайн-анкетирования у экспертов необходимо собрать информацию следующего характера:

- Числовые данные (например, коэффициенты  $\alpha \in [0; 1]$  влияния концептов нечетких когнитивных моделей (НКМ) друг на друга; количество отказов ИС в год; стоимость эксплуатации ИС; время на ремонт и пр.).

- Нечеткие числа (положительные), определенные для лингвистической переменной «Уровень фактора» (например, состояние сервиса информационной безопасности при определенном уровне повреждения элемента ИС). Терм-множество  $QL$  лингвистической переменной «Уровень фактора» состоит из следующих элементов: «Высокий положительный», «Выше среднего положительный», «Средний положительный», «Низкий положительный», «Нулевой», «Низкий отрицательный», «Средний отрицательный», «Выше среднего отрицательный», «Высокий отрицательный». Первые четыре элемента – от «Высокий положительный» до «Низкий положительный» включительно образуют положительную часть множества. Последние четыре элемента – от «Низкий отрицательный» до «Высокий отрицательный» включительно образуют отрицательную часть множества. Элемент «Нулевой» принадлежит как положительной, так и отрицательной области оценок. При опросе экспертов будет использоваться только неотрицательная (положительная с элементом «Нулевой») часть терм-множества. Отрицательная часть терм-множества необходима для нахождения отклонений полученных оценок от требуемых. В качестве семейства функций принадлежности для терм-множества в методике «Ревизор» используется девятиуровневый классификатор, в котором функциями принадлежности нечетких чисел, заданных на отрезке  $[-1, 1]$ , являются трапеции:

- «Высокий положительный» -  $(0,75; 0,85; 1; 1)$ ;
- «Выше среднего положительный» -  $(0,55; 0,65; 0,75; 0,85)$ ;
- «Средний положительный» -  $(0,35; 0,45; 0,55; 0,65)$ ;
- «Низкий положительный» -  $(0,15; 0,25; 0,35; 0,45)$ ;
- «Нулевой» -  $(-0,25; -0,15; 0,15; 0,25)$ ;
- «Низкий отрицательный» -  $(-0,45; -0,35; -0,25; -0,15)$ ;
- «Средний отрицательный» -  $(-0,65; -0,55; -0,45; -0,35)$ ;
- «Выше среднего отрицательный» -  $(-0,85; -0,75; -0,65; -0,55)$ ;
- «Высокий отрицательный» -  $(-1; -1; -0,85; -0,75)$ ;

В трапецеидальном нечётком числе  $(X_1, X_2, X_3, X_4)$  абсциссами нижнего основания являются значения  $X_1$  и  $X_4$ , а абсциссами верхнего основания являются значения  $X_2, X_3$ .

Наиболее целесообразным для проведения онлайн-анкетирования представляется использование методики опроса на основе метода «Дельфи».

Достоинствами метода «Дельфи» являются:

- применимость как для сбора количественных (выраженных в числе), так и качественных (выраженных вербально) данных;

- возможность автоматизации всех этапов метода, что позволяет использовать метод для «территориально удаленных» пользователей;
- в результате проведения опроса организатор получает независимые мнения экспертов, входящих в состав экспертной группы;
- возможность прохождения опроса экспертами в любое удобное для него время;
- каждый эксперт может затратить на опрос то время, которое ему необходимо, делать перерывы;
- отсутствие конфликтных ситуаций, споров между экспертами;
- информационная оснащенность членов группы на каждом последующем этапе о предыдущем [6];
- возможность для экспертов изменить свое мнение без риска критики этого факта со стороны других членов группы.

Типовыми этапами метода «Дельфи» являются [7, 8]:

1. Определение целей и задач опроса.
2. Формирование рабочей группы по сбору и обобщению мнений экспертов.
3. Формирование группы экспертов, обладающих необходимыми компетенциями в исследуемой области.
4. Подготовка опросных анкет с четкими и однозначно трактуемыми вопросами, предполагаемыми однозначные ответы.
5. Проведение серии анкетирований (3–4 раза), в каждом из которых полученные ответы служат основой для формулирования вопросов последующего анкетирования. Полученные оценки обрабатываются с целью получения средней и крайних оценок. Экспертам сообщаются результаты обработки первого тура опроса с указанием расположения оценок каждого. При отклонении оценки от среднего значения эксперт ее аргументирует. В дальнейшем эксперты изменяют свою оценку, объясняя причины корректировки. Результаты обрабатываются и сообщаются экспертам [9]. Шаги повторяются снова и снова до тех пор, пока эксперты не придут к консенсусу, и не будет установлено единого мнения [10].
6. Обобщение и оценка результатов анкетирования, выработка рекомендаций по вопросу принятия того или иного решения.

### **Результаты исследований и обсуждение**

Для решения задачи сбора исходных данных при применении методики оценки качества информационных систем «Ревизор» предлагается модифицировать 5-й пункт метода «Дельфи»: после проведения раунда анкетирования необходимо определить согласованность мнений экспертов по каждому оцениваемому показателю и в случае, если согласованность экспертов по какому-либо из наборов оценок не достигнута, необходимо:

1. Получить от экспертов комментарии по оценкам «проблемных» (несогласованных) показателей. Комментарии должны кратко объяснять позицию эксперта.
2. Организовать повторный раунд опроса. При этом перед началом повторного раунда каждый из участников получает комментарии других экспертов по каждому из несогласованных вопросов.

Данный этап будет повторяться до тех пор, пока мнения экспертов не станут согласованными.

Блок-схема модифицированного метода Дельфи приведена на рисунке 3.

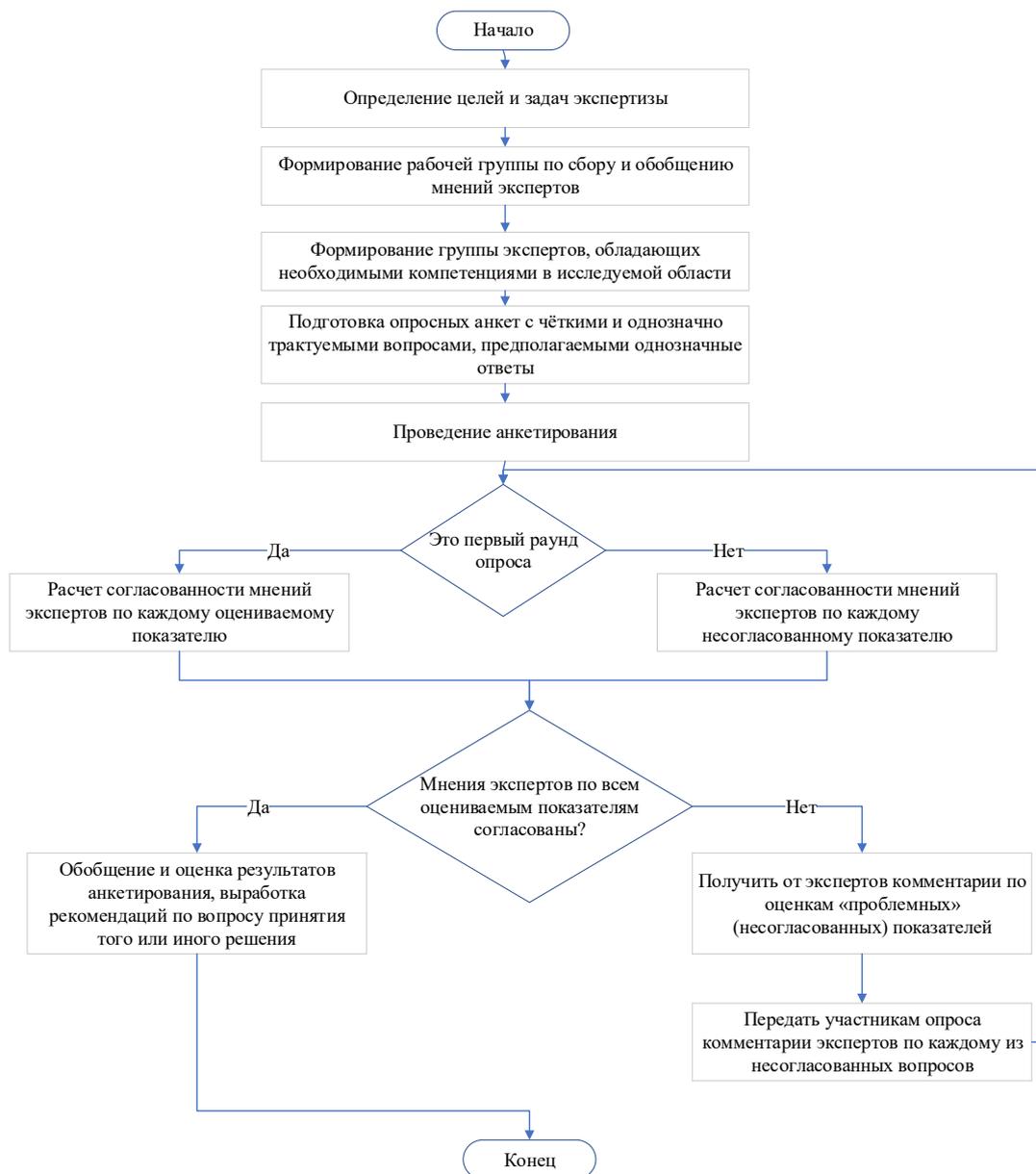


Рисунок 3 - Модифицированный метод Дельфи  
 Figure 3 - Modified Delphi Method

Оценку согласованности мнений экспертов предлагается производить путем расчета величины доверительного интервала. Для оценки данного показателя рассчитываются квартили – 1/4 от разницы между максимальной оценкой и минимальной. Нижняя граница доверительного интервала вычисляется как минимум плюс квартиль, верхняя вычисляется как максимум минус квартиль. Критерием согласованности мнений экспертов в данном случае выступит уменьшение длины доверительного интервала до заданной величины [11, 12].

Приведем пример расчета величины доверительного интервала. Пусть максимальная оценка показателя «Лабильность информационной системы» равна «Высокий положительный» (0,750; 0,850; 1; 1), а минимальная оценка равна «Средний положительный» (0,350; 0,450; 0,550; 0,650). Квартиль будет равен нечеткому числу  $((0,750; 0,850; 1; 1) - (0,350; 0,450; 0,550; 0,650)) / 4 = (0,100; 0,100; 1,113; 0,088)$ . Тогда нижняя граница доверительного интервала равна  $(0,350; 0,450; 0,550; 0,650) + (0,100;$

$0,100; 0,113; 0,088) = (0,450; 0,550; 0,663; 0,738)$ . Верхняя граница доверительного интервала равна нечеткому числу  $(0,750; 0,850; 1; 1) - (0,100; 0,100; 0,113; 0,088) = (0,650; 0,750; 0,887; 0,912)$ .

Для оценки итоговых значений показателей рекомендуется использовать медиану - такое значение из выборки, для которого половина из элементов выборки больше него, а другая половина меньше него. Одним из преимуществ данного показателя является возможность его использования как для количественных, так и качественных показателей.

Приведем пример расчета медианы для качественного показателя. В опросе участвовало 6 экспертов, которые дали следующие оценки состоянию показателя «Лабильность информационной системы»: «Выше среднего положительный», «Высокий положительный», «Высокий положительный», «Выше среднего положительный», «Выше среднего положительный», «Высокий положительный».

Отсортируем оценки в порядке возрастания: «Выше среднего положительный», «Выше среднего положительный», «Выше среднего положительный», «Высокий положительный», «Высокий положительный», «Высокий положительный».

Тогда медиана будет равна среднему арифметическому значений «Выше среднего положительный»  $(0,550; 0,650; 0,750; 0,850)$  и «Высокий положительный»  $(0,750; 0,850; 1; 1)$ : нечеткое число  $(0,650; 0,750; 0,875; 0,925)$ , которое в равной степени можно отнести к числам «Выше среднего положительный» и «Высокий положительный».

### Заключение

Таким образом, предложенная модификация метода Дельфи для проведения онлайн-анкетирования с одной стороны сохраняет все достоинства традиционного подхода (применимость как для сбора количественных, так и качественных данных; возможность автоматизации всех этапов метода; отсутствие конфликтных ситуаций, споров между экспертами и пр.), с другой стороны использование показателя «уровень согласованности экспертов по оцениваемому критерию» позволяет повысить эффективность проведения опроса, в том числе за счет того, что на достижение определенного уровня согласованности тратится меньше времени, чем на достижение единого экспертного мнения.

Использование же величины доверительного интервала в качестве показателя согласованности мнений экспертов позволяет: 1) оценивать согласованность мнений для лингвистических переменных; 2) организаторам опроса устанавливать в зависимости от специфики исследования свой уровень приемлемой согласованности экспертных мнений.

Для оценки итоговых значений оцениваемых показателей рекомендуется использовать медиану, поскольку она наиболее адекватно отражает среднюю тенденцию.

Результаты исследования представляют практическую ценность для организаций различного профиля, проводящих оценку качества собственных информационных систем самостоятельно, и для ИТ-компаний, предоставляющих услуги по проведению данной оценки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Dennis Louise A., Michael Fisher, Nicholas K. Lincoln, Alexei Lisitsa, Sandor M. Practical verification of decision-making in agent-based autonomous systems. *Automated Software Engineering*. 2016;23(3):305-359.
2. Gurvirender Tejay, Gurpreet Dhillon, Amita Goyal Chin. Data quality dimensions for information systems security: a theoretical exposition (invited paper). *Security management, Integrity, and Internal Control in Information system*. 2006;193:21-39.
3. Князева О.М., Мустафаева Н.Н. Методика оценки качества систем обработки данных вуза. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика*. 2017; 2: 69-79.
4. Ажмухамедов И.М., Князева О.М. Комплексный критерий оценки качества информационных систем. *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2017;4-6:14-17.
5. Романова О.М., Кургузкин К.Н. Разработка концепта программного обеспечения для методики оценки качества информационных систем «Ревизор». *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2018;2(21):354-367.
6. Ветренко Ю.И. Метод «Дельфи» в системе управления предприятием. *Межвузовский сборник научных трудов «Экономика. Общество. Человек»*. 2016:132-135.
7. Сапарова Г.Б., Жусупова Э.М. Особенности применения метода «Дельфи» в компаниях сферы консультационных услуг. *Известия Ошского технологического университета*. 2016;1:44-47.
8. Алиева М.Ю., Арсланханова Ф.А. Метод Дельфи и особенности его применения в экономическом анализе. *Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции: в 2 частях «Инновационные научные исследования: теория, методология, практика»*. 2017:65-68.
9. Кузнецова Н.В. Метод Дельфи как инструмент актуализации ключевых компетенций личности в процессе профессиональной подготовки управленческих кадров. *Социосфера*. 2016;4:69-73.
10. Куприянова А.С. Специфика метода Дельфи как удаленного мозгового штурма. *Материалы студенческой научной конференции «Методы управления: команды, решения, консалтинг»*. 2015:264-267.
11. Черноусова М.В. Методы экспертных оценок. Метод Дельфи. *Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ ИМ. В.Г. Шухова*. 2017:6575-6579.
12. Слабинская И.А., Слабинский Д.В., Бендерская О.Б. Особенности современного этапа развития комплексного анализа хозяйственной деятельности. *Белгородский экономический вестник*. 2015;1(77):95-100.

## REFERENCES

1. Dennis Louise A., Michael Fisher, Nicholas K. Lincoln, Alexei Lisitsa, Sandor M. Practical verification of decision-making in agent-based autonomous systems. *Automated Software Engineering*. 2016;23(3):305-359.
2. Gurvirender Tejay, Gurpreet Dhillon, Amita Goyal Chin. Data quality dimensions for information systems security: a theoretical exposition (invited paper). *Security management, Integrity, and Internal Control in Information system*. 2006;193:21-39.
3. Knyazeva O.M., Mustafaeva N.N. The techniques of assessment of quality of university data processing systems. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics*. 2017;2:69-79.

4. Azhmuamedov I.M., Knyazeva O.M. A comprehensive criterion for assessing the quality of information systems. *Actual problems of the humanities and natural sciences*. 2017:4-6: 14-17.
5. Romanova O.M., Kurguzkin K.N. Development of the software concept of the technique of assessment of quality of information systems "Inspector". *Modeling, Optimization and Information Technologies*. 2018;2(21):354-367.
6. Vetrenko YU.I. "Delphi" method in the enterprise management system. *Interuniversity collection of scientific papers "Economics. Society. Human"*. 2016:132-135.
7. Saparova G.B., ZHusupova E.M. Features of the application of the "Delphi" method in companies in the field of consulting services. *News of Osh Technological University*. 2016;1:44-47.
8. Alieva M.YU., Arslanhanova F.A. Delphi method and features of its application in economic analysis. *Collection of articles of the VIII International scientific-practical conference: in 2 parts "Innovative research: theory, methodology, practice"*. 2017:65-68.
9. Kuznecova N.V. The Delphi method as a tool for updating the core competencies of an individual in the process of training managerial personnel. *Sociosphere*. 2016;4:69-73.
10. Kupriyanova A.S. Specificity of the Delphi Method as a Remote Brainstorming. *Materials of the student scientific conference "Management Methods: teams, solutions, consulting"*, 2015:264-267.
11. Chernousova M.V. metody ekspertnyh ocenok. Delphi Method. *International scientific and technical conference of young scientists BSTU IM. V.G. Shukhov*. 2017:6575-6579.
12. Slabinskaya I.A., Slabinskij D.V., Benderskaya O.B. Features of the modern stage of development of a comprehensive analysis of economic activity. *Belgorod Economic Bulletin*. 2015;1(77):95-100.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATIONS ABOUT AUTHORS

**Ажмухамедов Искандар Маратович**, декан факультета цифровых технологий и кибербезопасности, д.т.н., профессор, Астраханский государственный университет, Астрахань, Российская Федерация.  
*email:* [aim\\_agtu@mail.ru](mailto:aim_agtu@mail.ru)  
ORCID: [0000-00019058-123X](https://orcid.org/0000-00019058-123X)

**Iskandar M. Azhmuamedov**, Dean of the Faculty of Digital Technology and Cybersecurity, Doctor of Technical Sciences, Professor, Astrakhan State University, Astrakhan , Russian Federation.

**Романова Оксана Михайловна**, доцент кафедры информационной безопасности, к.т.н., Астраханский государственный университет, Астрахань, Российская Федерация.  
*email:* [rmnv\\_oksana@mail.ru](mailto:rmnv_oksana@mail.ru)

**Oksana M. Romanova**, Associate Professor of the Department of Information Security candidate of technical sciences, Astrakhan State University, Astrakhan , Russian Federation.