УДК 004.89

Научная статья

# DOI: 10.18287/2223-9537-2022-12-1-106-116

# Система поддержки принятия решений для бизнес-процесса внутреннего аудита качества предприятия

© 2022, В.В. Антонов, К.А. Конев ⊠

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия

#### Аннотация

Изложен подход по применению ситуационно-онтологической методологии построения системы поддержки принятия решений для предметной области внутреннего аудита качества предприятия. Отмечается проблема, связанная с высокими требованиями к компетенции специалистов данной области. Для предметной области внутреннего аудита качества разработана концептуальная модель в виде её функциональной схемы. С использованием стандарта *IDEF5* разработана онтологическая модель одной из основных функций бизнес-процесса аудита качества, предложен подход к организации хранения информации бизнес-процесса в базе данных. Для функции классификации причин несоответствий при аудите качества приведён пример настройки решателя интеллектуальной компоненты системы поддержки принятия решений. Выявлены значимые точки принятия решений в бизнес-процессе аудита качества, сформирована структура взаимодействия его участников с интеллектуальной подсистемой системы поддержки принятия решений. Предложена структура интеллектуальной подсистемы системы поддержки принятия решений, используемой в процессе аудита качества на предприятии.

**Ключевые слова:** СППР, онтологическая модель, ситуационная модель, нечёткая оценка, аудит качества, предприятие.

*Цитирование:* Антонов В.В., Конев К.А. Система поддержки принятия решений для бизнеспроцесса внутреннего аудита качества предприятия // Онтология проектирования. 2022. Т.12, №1(43). С.106-116. DOI: 10.18287/2223-9537-2022-12-1-106-116.

**Финансирование:** исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках основной части государственного задания высшим учебным заведениям № FEUE-2020-0007.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Введение

Аудит качества – один из наиболее эффективных инструментов менеджмента качества, нацеленный на обеспечение качества управления [1].

Аудит качества — непроизводительный бизнес-процесс, он не интересен потребителю продукции, поскольку никак не улучшает её потребительские свойства. Данный бизнеспроцесс — затратный, что приводит к стратегии экономии на его обеспечении со стороны менеджмента предприятия. Для адекватной оценки степени соответствия деятельности подразделений и процессов требованиям документации, государства, общества и потребителя требуется эксперт-аудитор с глубоким пониманием сути решаемых в производстве и его обеспечении задач, с широкими знаниями нормативной документации и законодательства, а также с правильным восприятием баланса между требованиями к качеству и эффективностью производства. В результате возникает противоречие: в качестве эксперта-аудитора необходим специалист высочайшего класса, но при этом затраты на его труд серьёзно ограничены и не могут быть переложены на потребителя. Решением данной проблемы выступает максимальное

замещение задач, решаемых экспертами-аудиторами, путём внедрения систем поддержки принятия решений (СППР), построенных на основе технология искусственного интеллекта (ИИ). Поэтому такие процессы как аудит качества должны перестраиваться под новые технологии, постепенно передавая значительную часть не только учётных, но и когнитивных задач системе с ИИ.

В статье описан один из способов осуществления трансформации аудита качества, построенного на опыте, знаниях и интуиции эксперта-аудитора, в процесс, в котором значительный объём знаний хранится и постоянно актуализируется независимо от экспертов, а человек привлекается только к решению сложных, не типовых проблем.

#### 1 Процесс аудита качества

Согласно ГОСТ Р ИСО 19011-2021 «аудит: систематический, независимый и документированный процесс установления объективного свидетельства и его объективного оценивания для получения степени соответствия критериям аудита» [2, 3]. Где «критерии аудита - совокупность требований, используемых как основа для сравнения с ними объективного свидетельства», а «объективное свидетельство - данные, подтверждающие наличие или истинность чего-либо». Под требованием подразумевается какое-либо положение действующего нормативного документа либо предполагаемая потребность, или ожидание, которые не указаны в документах, но считаются обязательными в рассматриваемом контексте.

В стандарте даны описания внутренних и внешних аудитов. В настоящей статье рассмотрен внутренний аудит качества, который проводится силами экспертов самой организацией.

Процесс аудита качества, согласно [3], можно показать на концептуальном уровне в виде *IDEF0* диаграммы [4] (см. рисунок 1).

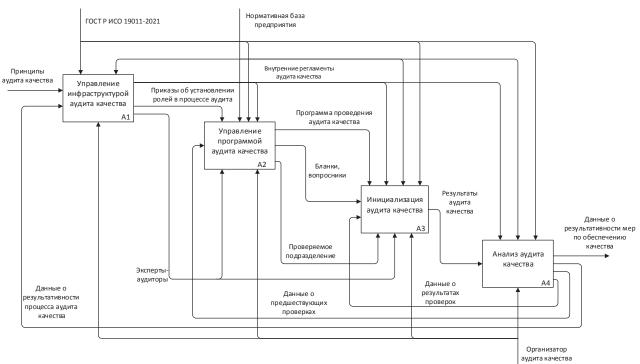


Рисунок 1 - Концептуальная функциональная модель процесса аудита качества на основе ГОСТ Р ИСО 19011-2021

Модель процесса аудита качества включает четыре основные функции:

- Управление инфраструктурой аудита качества включает деятельность по созданию команд экспертов-аудиторов, мониторинг и обеспечение компетентности, распределение ролей в командах в зависимости от способностей их и мотивации. Данная функция связана с уточнением внутренних процедур аудита качества, проводимых на основе анализа результативности аудита качества как процесса.
- *Управление программой* аудита качества. Данная функция увязывает цели аудита, команды экспертов-аудиторов, службы и подразделения организации и время проведения аудита. Эксперты-аудиторы изучают объект проверки и формируют нормативный базис проверки.
- Инициализация аудита качества подразумевает широкий спектр работ, включающих заочную и очную проверки подразделения, формирование обнаружений аудита (обычно это выявленные в подразделении несоответствия нормативному базису проверки), инициация формирования плана действий по результатам аудита (плана корректирующих действий), контроль за выполнением данного плана и формирование отчёта по результатам проверки.
- Анализ аудита качества выполняется в нескольких аспектах: в инфраструктурном, включающем сведения о результативности команд экспертов-аудиторов, об используемых методах аудита и конкретных правилах работы; в организационном, включающем сведения о результатах предыдущих аудитов для лучшего понимания рисков и угроз в деятельности проверяемого подразделения экспертами-аудиторами; в процедурном, включающем сведения о выявленных при последнем аудите качества несоответствий и их статусах для формирования плана действий по результатам аудита; в итоговом, включающем сведения обо всех предпринятых в аудите мерах, их результативности в сравнении с прошлыми периодами, выявленных несоответствиях, предпринятых для устранения их причин мерах, о результативности команд проверок, уровнях соответствия требованиям о проверенных подразделениях, об эффективности действующих методов и процедур аудита.

Каждая из рассмотренных функций требует отдельного анализа. На основе ситуационноонтологической методологии можно сформировать структуру СППР процесса аудита качества [5, 6]. Данная методология основана на использовании принципов ситуационного моделирования [7, 8]. Ситуационный аспект связан с понятием состояния ситуации в текущий момент времени, и процесс аудита качества можно представить как последовательность сменяющихся состояний. Онтологический аспект расширяет ситуационный и позволяет увязывать его с функциями, понятиями и обобщающими категориями. Он близок к понятию онтологии предметной области [9], но в данной методологии выступает не только как привязка к терминологической базе, но и как возможность показать взаимосвязь состояний описываемого процесса.

#### 2 Онтологическая модель функции аудита качества

В управлении качеством рассматривается функция управления программой аудита. Данная функция характеризуется простым составом операций, достаточным для представления специфики подхода.

Особенность аудита, позволяющая называть его процессом, состоит в том, что это воспроизводимая, частично повторяющаяся деятельность. При этом любая проверка строится на уникальном нормативном базисе и выполняется отличающимся от предыдущих проверок составом экспертов-аудиторов. Стандартом предусматривается обеспечение независимости экспертов от проверяемой деятельности. Частота проверок должна быть увязана с важностью

проверяемой деятельности и тяжестью последствий дефектов, допущенных по вине подразделения. Эти особенности обусловливают построение такой модели процесса, при которой будет обеспечиваться экспертиза влияния подразделения на качество за последнее время (обычно используется период, включающий четыре полных квартала, предшествующих текущему), состав экспертов-аудиторов и нормативный базис, который они будут использовать при проведении аудита качества в подразделении. От организатора процесса требуется принятия управленческого решения, основанного на анализе базы данных дефектов, базы данных аудитов качества и банка данных нормативных документов. Вопросы онтологического моделирования рассмотрены в работах многих авторов (например, [9, 10]). В данной работе для оформления онтологической модели использован стандарт *IDEF5* [11] (см. рисунок 2).

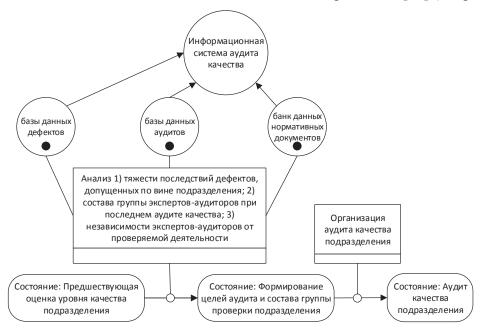


Рисунок 2 - Фрагмент онтологической модели аудита качества для функции по управлению программой аудита по стандарту IDEF5

Онтологическая модель рассмотренной функции позволяет наглядно продемонстрировать переходы между её состояниями, в рамках которых можно выделить точки принятия решений. Например, на рисунке 2 показана связь с элементами информационной системы, предназначенными для хранения информации, необходимой для принятия решений.

Хранение информации о процессе аудита качества осуществляется в базе данных, построенной на основе следующих таблиц.

- «Требования» нормативные документы, действие которых распространяется на проверяемый процесс или подразделение.
- «Проверки» сведения о времени и месте проведения проверок.
- «Несоответствия» данные о выявленных при проверках несоответствиях.
- «Мероприятия» описание мероприятий для устранения причин конкретного несоответствия.

Однако для принятия решений только учётной информационной системы недостаточно, необходима СППР.

# 3 Пример настройки решателя СППР

Интеллектуализация процесса поддержки принятия решений рассматривается в многочисленных работах отечественных и зарубежных авторов (см. например [12-14]). Эффективность СППР можно повысить, используя методологию нечёткой оценки ситуации на основе теории нечётких множеств. Для этого необходимо осуществить классификацию причин несоответствий при формировании плана по их устранению. Можно выделить следующие категории причин несоответствий: производственная, технологическая причина\*, конструктивная, внешняя, субъективная и пр.

- производственная причина ошибки, связанные с износом, поломкой или плохой настройкой оборудования, плохой организацией производства, поломкой при транспортировке в цехе или на складе и т.д.;
- технологическая причина 1 ошибки, связанные с неправильно рассчитанными нормами расхода материалов, ошибки по причине неверно спроектированной оснастки, недоработки технологий и рабочих инструкций и т.д.;
- конструкторская причина ошибки, связанные с несовершенством конструкции или конструкторской документации;
- внешняя причина ошибки, связанные с причинами вне предприятия, а именно, дефектные материалы или электрические компоненты, некачественно выполненные услуги сторонними организациями, ошибки в эксплуатации и т.д.;
- субъективная причина ошибки должностных лиц и рабочих, связанные с недостаточной квалификацией, низкой исполнительской дисциплиной, небрежностью, халатностью и т.д.;
- прочая причина ошибки, которые не удалось отнести к одному из типов.

Каждая перечисленная категория — нечёткая, поскольку оценки дают эксперты, и они в определённой степени субъективны. Задача эксперта - определить категорию причины выявленного несоответствия. Эту задачу эксперты решают с использованием следующих экспертных критериев (признаков) для установления категории причин:

- стадия жизненного цикла (СЖЦ), на которой обнаружено несоответствие, часто определяет категорию и причину;
- сходство с аналогами (CcA) степень близости к описанию ранее выявленных несоответствий, под которые подходит выявленная ситуация;
- связь с материальным производством (СМП) определяется наличием/отсутствием дефекта в продукции;
- экспертное мнение (ЭМ) определяет дополнительные аспекты, указывающие на нестандартные характеристики наблюдаемой ситуации.

Формируемая оценка по одной из категорий может принимать значение из множества, как показано в таблице 1:

Таблица 1 - Возможные оценки категорий

Критерий	Интервал оценок	Элементы множества оценок
Стадия жизненного цикла	от 0 до 1	0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1
Сходство с аналогами	от 0 до 1	0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1
Связь с материальным производством	от 0 до 1	0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1
Экспертное мнение	от 0 до 1	0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Технологические причины иногда относят к конструктивным, но часто их принято разделять, поскольку конструкторские и технологические службы имеют различное административное подчинение.

-

Оценку всех критериев, представленную в таблице 2, можно показать в виде графика (см. рисунок 3).

Таблица 2 – Значения критериев				
I annuita / — Ruaueuug knutenueg	OHEUVIA DEMOGTUOCTIA	отпесения принин песоотр	етстрии и исц	ипетили изтегопии
таолица 2 — эначения критерись	о оценки вероліпости	отпессиих причин несооть	стствии к коп	KDCIHON KAICIODHN

Название критерия оценки вероятности	Интервал критериев	Элементы множества критериев
Очень низкая	от 0 до 0,3	0; 0,1 ;0,2; 0,3
Низкая	от 0,1 до 0,5	0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5
Средняя	от 0,3 до 0,7	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7
Высокая	от 0,5 до 0,9	0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9
Очень высокая	от 0,8 до 1	0,8; 0,9; 1

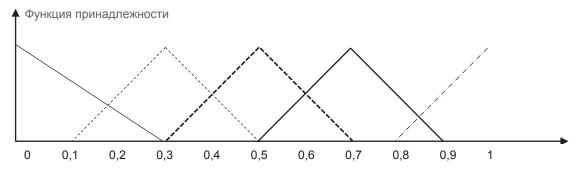


Рисунок 3 - Функция принадлежности оценки  $x_i$  множеству  $I^n$ 

Математическая модель формирования нечёткой оценки для отнесения несоответствия к конкретной категории может быть построена на следующих основаниях.

Если  $X \in I^n$  и  $I^n$  — полное множество, описывающее всю предметную область, то X — нечёткое множество, которое определяется через функцию принадлежности  $\mu_X(z)$ , где z — элемент множества  $I^m$ , а n, m — соответственно число критериев и категорий. Если для множеств  $I^n$  и  $I^m$ , где  $X \in I^n$ ,  $Y \in I^m$ , а  $X \to Y$  истинно и X истинно, Y также истинно, то можно построить следующее выражение для нечёткого отношения K из области  $I^n$  в  $I^m$ :

$$K = X \otimes Y = \mu_X(I^n) \wedge \mu_Y(I^m) = \min(\mu_X(I^n), \mu_Y(I^m)). \tag{1}$$

Известно, что подмножество X нечёткого множества  $I^n$  определяется как множество пар  $X = \{\mu_X(z)/z\}$ , где z — элемент множества  $I^n$ , т.е.  $z \in I^n$ . Вид функции принадлежности зависит от метода отнесения элемента к нечёткому множеству. В данном случае возможно использовать треугольную функцию принадлежности, которая будет определяться термом «среднее из значений» и соответственно определяться как среднее арифметическое [15]. Тогда функции принадлежности  $\mu_X(I^n)$ ,  $\mu_Y(I^m)$  можно вычислить по формулам:

$$\mu_{x}(I^{n}) = \sum_{i=1}^{n} \frac{\mu_{x}(I_{i}^{n})}{n}, \quad \mu_{y}(I^{m}) = \sum_{j=1}^{m} \frac{\mu_{y}(I_{j}^{m})}{m}.$$
 (2)

Если в роли множеств  $X \in I^n$  можно рассмотреть множества всех оценок по категориям (см. таблицу 1), где  $I^n$  — полное множество всех оценок по всем категориям, тогда  $\mu_X(I^n)$  — функция принадлежности каждой оценки  $x_i$  множеству  $I^n$  выражена категориями «очень низкая», «низкая», …, «очень высокая». Но при выборе категории причины несоответствия множеству всех возможных оценок  $I^n$  сопоставляется множество конкретных оценок наблюдаемой ситуации, т.е.  $Y \in I^m$ , где  $I^m$  — множество всех выполненных оценок по каждой категории каждой причины.

Пусть k — число экспертных оценок, тогда оценки для каждой причины по каждому критерию будут представлять собой интервал  $m_1^{d_1d_2} \dots m_k^{d_1d_2}$ , где  $d_1, d_2$  — индексы, соответствующие причинам и критериям (см. таблицу 3).

•	•	•		
Тип причины	СЖЦ	CcA	СМП	ЭМ
Производственная	$m_1^{11} \dots m_k^{11}$	$m_1^{21} \dots m_k^{21}$	$m_1^{31} \dots m_k^{31}$	$m_1^{41} \dots m_k^{41}$
Технологическая	$m_1^{12} \dots m_k^{12}$	$m_1^{22} \dots m_k^{22}$	$m_1^{32} \dots m_k^{32}$	$m_1^{42} \dots m_k^{42}$
Конструкторская	$m_1^{13} \dots m_k^{13}$	$m_1^{23} \dots m_k^{23}$	$m_1^{33} \dots m_k^{33}$	$m_1^{43} \dots m_k^{43}$
Внешняя	$m_1^{14} \dots m_k^{14}$	$m_1^{24} \dots m_k^{24}$	$m_1^{34} \dots m_k^{34}$	$m_1^{44} \dots m_k^{44}$
Субъективная	$m_1^{15} \dots m_k^{15}$	$m_1^{25} \dots m_k^{25}$	$m_1^{35} \dots m_k^{35}$	$m_1^{45} \dots m_k^{45}$
Прочая	$m_1^{16} \dots m_k^{16}$	$m_1^{26} \dots m_k^{26}$	$m_1^{36} \dots m_k^{36}$	$m_1^{46} \dots m_k^{46}$

Таблица 3 - Схема нечёткого оценивания причины несоответствия на основе данных, полученных от экспертов в конкретной ситуации

Для решения задачи выбора на основе формул (1) и (2) с учётом, что  $W_i$  – вес i-го показателя, можно записать:

$$K = \sum_{i=1}^{n} W_i \, \mu_{\mathcal{X}}(I_i^n) \frac{\sum_{j=1}^{m} \frac{\mu_{\mathcal{Y}}(I_j^m)}{m}}{n}$$
 (3)

и получить примерную оценку вероятности отнесения к категории причины несоответствия по каждому из них. После этого эксперт-аудитор в качестве лица, принимающего решение (ЛПР), выражает согласие с оценкой или аргументированно формирует иную.

Аналогичным образом можно формировать СППР для эксперта-аудитора на иных стадиях принятия решений в данном бизнес-процессе.

# 4 Структура СППР для аудита качества и способы её использования

На основе концептуальной модели процесса аудита качества на предприятии и метода оценки принятия решений по одной из точек принятия решений формируется модель взаимодействия интеллектуальной подсистемы СППР, акторов процесса и функций, связанных с принятием решений. Схема указанного взаимодействия приведена на рисунке 4.

Из рисунка видно, что практически все точки принятия решений увязаны с СППР. Основные этапы данного взаимодействия:

- 1-2. Выбор нормативного базиса для проверки и групп экспертов-аудиторов. При выборе нормативного базиса для проверки эксперт-аудитор должен проанализировать результаты прошлых аудитов и выявленные ранее проблемы, а также все новые требования, возникшие в отношении проверяемой деятельности. Для этого необходимы сведения из базы данных как о предыдущих проверках, так и об изменениях нормативных документов предприятия, законодательства и внешних регламентов.
- 3. *Выбор времени проверок*. Выбор частоты проверок определяется важностью проверяемой деятельности и оценкой уровня качества подразделения. Непосредственная дата очной проверки определяется исходя из особенностей циклов производства.
- 4. Классификация наблюдений. Выбор категории несоответствия определяет уровень контроля за его устранением и возможные дисциплинарные выводы в отношении работников проверяемого подразделения. Одно и то же наблюдение в разном окружении может быть классифицировано различно. Для классификации наблюдений необходимы сведения из базы данных (о требованиях, предыдущем опыте классификации) и из интеллектуальной подсистемы, учитывающие экспертные оценки влияния выявленных нарушений на качество конечной продукции или на возможность больших материальных потерь.
- 5. Решение о дополнительных вопросах. При выявлении нарушений в областях, которые не планировалось проверять изначально, эксперт-аудитор имеет право отклониться от плана и задать дополнительные вопросы. Для повышения эффективности целесообразно эксперту предлагать из базы данных уже готовые вопросы, которые использовались при проверке в предшествующие периоды времени.

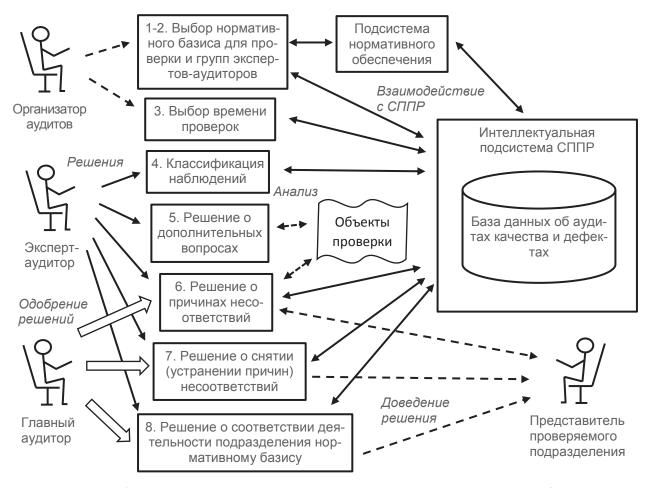


Рисунок 4 - Точки принятия решений в процессе аудита качества во взаимосвязи с СППР

- 6. *Решение о причинах несоответствий*. Пример построения и использования модели и процедуры с использованием СППР в этой точке принятия решений см. в разделе 3.
- 7. Решение о снятии (устранении причин) несоответствий. Устранение выявленных несоответствий связано с серьёзными финансовыми и временными затратами. В некоторых случаях предприятию выгоднее нести издержки от снижения качества, чем инвестировать в новые оборудование, технологии или в специалистов высокой квалификации. В этой связи для принятия решений в данной сфере необходимо привлечение экспертов из сферы финансов, технологического обеспечения и менеджмента. Формализованные мнения экспертов хранятся в интеллектуальной подсистеме СППР для снижения издержек при возникновении подобных ситуаций в будущем.
  - 8. Решение о соответствии деятельности подразделения нормативному базису.
  - Структура интеллектуальной СППР на концептуальном уровне показана на рисунке 5.
- В данной схеме в функции решателя используется автоматический расчёт значения К согласно (3) для каждой точки принятия решений.

### Заключение

Применение рассмотренного подхода для конкретного предприятия потребует формирования комплекса онтологических моделей, разработки методов настройки решателя на каждую точку принятия решения, внесения значительного объёма информации в базу данных. Такой подход содержит целый набор разнообразных точек принятия решений и позволяет

реализовать схему накопления и отчуждения у экспертов информации для процесса аудита качества предприятия.

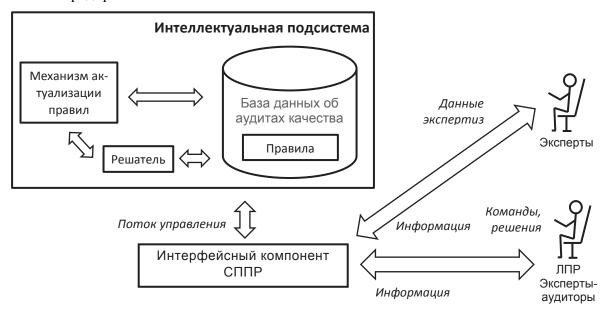


Рисунок 5 - Структура интеллектуальной подсистемы СППР в процессе аудита качества

#### Список источников

- [1] Недбайлюк Б.Е. Аудит качества. М.: КНОРУС, 2016. 200 с.
- [2] ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Система менеджмента качества. Основные положения словарь. М.: Стандартинформ, 2019.
- [3] ГОСТ Р ИСО 19011-2021. Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента. М.: Стандартинформ, 2021.
- [4] *Марка Д.А., МакГоуэн К.Л.* Методология структурного анализа и проектирования [Пер. с англ.]. М.: Фирма "Мета Технология", 1993. 240 с.
- [5] **Антонов В.В., Конев К.А**. Интеллектуальный метод поддержки принятия решений в типовой ситуации // Онтология проектирования. 2021. Т.11, №1(39). С.126-136. DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-1-126-136.
- [6] **Антонов В.В., Конев К.А., Куликов Г.Г.** Трансформация модели системы поддержки принятия решений для типовых ситуаций с применением интеллектуальных и аналитических методов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2021. Т.21, №3. С.14–25.
- [7] Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. М.: Наука, 1986. 288 с.
- [8] Клыков Ю. И. Семиотические основы ситуационного управления. М.: МИФИ, 1974. 169 с.
- [9] *Сытник А.А., Шульга Т.Э., Данилов Н.А.* Онтология предметной области «Удобство использования программного обеспечения» // Труды ИСП РАН. 2018. Т.30, № 2. С.195-214.
- [10] **Богуславский И.М., Диконов В.Г., Тимошенко С.П.** Онтология для поддержки задач извлечения смысла из текста на естественном языке // Информационные технологии и системы. 2012. С.152–161.
- [11] KBSI (2006). IDEF5 Overview. http://www.idef.com/IDEF5.htm
- [12] Интеллектуальное ядро системы поддержки принятия решений / В.П. Осипов и др. // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2018, № 205. 23 с.
- [13] **Чечкин А.В.** Интеллектуальная система как целенаправленная система, оснащенная комплексом интеллектуального управления и развития на всех этапах жизненного цикла // Вестник пермского университета. 2018. № 2(41). С.80–82.
- [14] *Тарик А., Рафи Х.* Интеллектуальные системы поддержки принятия решений основа // Управление информацией и знаниями (онлайн): на англ. яз. 2012. Том 2, № 6. С.12-19.
- [15] Бернштейн Л.С., Боженюк А.В. Нечёткие графы и гиперграфы. М.: Научный мир, 2005. 255 с.

#### Сведения об авторах



Антонов Вячеслав Викторович, 1956 г. рождения. Окончил Башкирский государственный университет (1979), к.т.н. (2007), д.т.н. (2015). Заведующий кафедрой автоматизированных систем управления Уфимского государственного авиационного технического университета (УГАТУ), профессор кафедры управления в органах внутренних дел Уфимского юридиче-

ского института МВД России. В списке научных трудов более 130 работ в области построения интеллектуальных систем. AuthorID (РИНЦ): 530537. Author ID (Scopus): 57200254522; Researcher ID (WoS): AAH-5121-2019. antonov.v@bashkortostan.ru.

Конев Константин Анатольевич, 1977 г. рождения. Окончил Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ) (2000), к.т.н. (2004). Доцент кафедры автоматизированных систем управления УГАТУ. В списке научных трудов около 30 работ в области систем поддержки принятия решений. AuthorID (РИНЦ): 544899. sireo@rambler.ru. ⊠



Поступила в редакцию 14.03.2022, после рецензирования 24.03.2022. Принята к публикации 31.03.2022.

# Decision support system for the business process of internal audit of enterprise quality

© 2022, V.V. Antonov, K.A. Konev

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

#### **Abstract**

An approach to the application of a situational-ontological methodology for building a decision support system for the subject area of internal audit of enterprise quality is outlined. The problem associated with high requirements for the competence of specialists in this field is noted. For the subject area of internal quality audit, a conceptual model has been developed in the form of its functional diagram. Using the IDEF5 standard, an ontological model of one of the main functions of the quality audit business process has been developed, and an approach to organizing the storage of business process information in a database has been proposed. For the function of classifying the causes of inconsistencies in quality audit, an example of setting up a solver of an intelligent component of a decision support system is given. Significant decision-making points in the business process of quality audit are identified, and the structure of interaction of its participants with the intellectual subsystem of the decision support system is formed. The structure of the intellectual subsystem of the decision support system is proposed.

Key words: decision support system, ontological model, situational model, fuzzy assessment, quality audit, enterprise.

*Citation:* Antonov VV, Konev KA. Decision support system for the business process of internal audit of enterprise quality [In Russian]. Ontology of designing. 2022; 12(1): 106-116. DOI: 10.18287/2223-9537-2022-12-1-106-116.

*Financial Support:* The research is carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the main part of the state assignment to higher educational institutions No. FEUE-2020-0007.

Conflict of interest: The author declares no conflict of interest.

# List of figures and tables

- Figure 1 Conceptual functional model of the quality audit process, built on the basis of GOST R ISO 19011-2021
- Figure 2 A fragment of the quality audit ontological model for the IDEF5 audit program management function
- Figure 3 Membership function of the estimate  $x_i$  to the set  $I^n$
- Figure 4 Decision points in the quality audit process in relation to the DSS
- Figure 5 DSS Intellectual Subsystem structure in the Quality Audit Process
- Table 1 Possible ratings of categories

- Table 2 Values of criteria for assessing the probability of assigning the causes of nonconformities to a specific category
- Table 3 Scheme of fuzzy estimation of the cause of nonconformity based on data received from experts in a particular situation

#### References

- [1] Nedbailyuk BE. Quality audit: textbook [In Russian]. Moscow: KNORUS, 2016: 200 p.
- [2] GOST R ISO 9000-2015. Quality Management System. Basic provisions of the dictionary [In Russian]. Moscow: Standartinform, 2019.
- [3] GOST R ISO 19011-2021. Conformity assessment. Guidelines for auditing management systems [In Russian]. Moscow: Standartinform, 2021. 36 p.
- [4] *Marka DA, McGowan CL*. Methodology of structural analysis and design: [Trans. from English]. Moscow: Firma "Meta Technology", 1993. 240 p.
- [5] Antonov VV, Konev KA. Intelligent decision support method in a typical situation [In Russian]. Ontology of designing. 2021; 11(1): 126-136. DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-1-126-136.
- [6] Antonov VV, Konev KA, Kulikov GG. Transformation of the decision support system model for typical situations using intellectual and analytical methods [In Russian]. Bulletin of SUSU. Series "Computer technologies, control, radio electronics". 2021; 21(3): 14–25.
- [7] Pospelov DA. Situational management. Theory and practice [In Russian]. Moscow: Nauka, 1986. 288 p.
- [8] Klykov YI. Semiotic foundations of situational management [In Russian]. Moscow: MEPhI, 1974. 169 p.
- [9] Sytnik AA, Shulga TE, Danilov NA. Ontology of the subject area "Ease of use of software" [In Russian]. Proceedings of the ISP RAS. 2018; 30(2): 195-214.
- [10] *Boguslavsky IM, Dikonov VG, Timoshenko SP.* Ontology to support the tasks of extracting meaning from text in natural language [In Russian]. *Information technologies and systems*. 2012: 152–161.
- [11] KBSI (2006). IDEF5 Overview. http://www.idef.com/IDEF5.htm.
- [12] Intellectual core of the decision support system [In Russian]. V.P. Osipov et al. *Preprints of IPM im. M.V. Keldysh.* 2018; 205: 23.
- [13] *Chechkin AV*. Intellectual system as a purposeful system equipped with a complex of intellectual control and development at all stages of the life cycle [In Russian]. *Bulletin of the Perm University*. 2018; 2(41): 80-82.
- [14] *Tariq A, Rafi K.* Intelligent Decision Support Systems A Framework. *Information and Knowledge Management*. 2012; 2(6): 12-19.
- [15] *Bernstein LS, Bozhenyuk AB.* Fuzzy graphs and hypergraphs [In Russian]. Moscow: Scientific world, 2005. 255 p.

#### About the authors

Vyacheslav Viktorovich Antonov, (b. 1956) graduated from Bashkir State University (1979), Ph.D. (2007), D.Sc. (2015). Head of the Department of Automated Control Systems of the Ufa State Aviation Technical University (USATU), Professor of the Department of Management in Internal Affairs of the Ufa Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. The list of scientific works includes more than 130 works in the field of building intelligent systems. AuthorID (РИНЦ): 530537. Author ID (Scopus): 57200254522; Researcher ID (WoS): AAH-5121-2019. antonov.v@bashkortostan.ru.

Konstantin Anatolyevich Konev, (b. 1977) graduated from Ufa State Aviation Technical University (USATU) (2000), Ph.D. (2004). Associate Professor of the Department of Automated Control Systems, USATU. The list of scientific works includes about 30 works in the field of decision support systems. AuthorID (РИНЦ): 544899. sireo@rambler.ru. ⋈.

Received March 14, .2022. Revised March 24, 2022. Accepted March 31, .2022.

116