

УДК 658.562

DOI: 10.22213/2413-1172-2026-2-4-18

**Управление рисками и возможностями процессов метрологической экспертизы**

**Н. Г. Николаева**, кандидат химических наук, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

**Е. В. Приймак**, кандидат химических наук, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

*Цель исследования – выявление рисков процесса проведения метрологической экспертизы на основе использования методов менеджмента качества для повышения его результативности и разработка на этой основе мероприятий по управлению возможностями развития организаций, аккредитованных в области обеспечения единства измерений. В рамках исследования проведена оценка процесса метрологической экспертизы документации систем газоснабжения (на примере процесса «Формирование замечаний к проектной документации») как наиболее рискованного, по мнению экспертов. С использованием диаграммы «причина – результат» идентифицированы риски исследуемого процесса, а также выявлены их причины. В качестве коренной причины отмечена «невнимательность эксперта». Применение метода «галстук-бабочка» позволило выстроить сценарии развития рискованных событий, анализ которых помог подробно рассмотреть проактивное управление рисками организации и конкретизировать типы барьеров, снижающие вероятность опасного события. В целях идентификации возможностей организаций, аккредитованных в области обеспечения единства измерений и выбора стратегии развития, использован метод стратегического планирования, известный как SWOT-анализ, и составлены матрицы возможностей. Так как среди основных причин возникновения риска преобладает человеческий фактор, стратегии в области развития персонала организации должны быть реализованы в первую очередь. Рассчитаны интегральные оценки конкурентоспособности и благоприятности внешней среды. На этой основе разработаны стратегии реагирования на угрозы при выявленных слабых сторонах и использовании возможностей. Определены 3 вида стратегии реагирования: усиление (внедрение новых видов деятельности в области обеспечения единства измерений), принятие (развитие цифровых технологий и автоматизации) и использование (привлечение квалифицированных молодых специалистов). Разработаны конкретные мероприятия под данные стратегии.*

**Ключевые слова:** риск-менеджмент, метрологическая экспертиза, диаграмма Исикавы, метод «галстук-бабочка», SWOT-анализ.

**Введение**

**Р**иски являются неотъемлемой частью деятельности любой организации и представляют собой события, которые могут серьезно повлиять на достижение поставленных целей. Понятие риск-менеджмента неразрывно связано с деятельностью организаций, работающих в области обеспечения единства измерений, так как часть процессов метрологического обеспечения (МО) содержат вероятность возникновения рискованного события, связанные с ошибками или человеческим фактором, например: отказ средств измерений (СИ), проведение недостоверных измерений СИ неутвержденного типа и др. [1–3]. Поэтому вопросы управления рисками работ по метрологическому обеспечению являются актуальной задачей для организаций, работающих в данной сфере. Изучение научных публикаций в области управления рисками процессов метрологической экспертизы (МЭ) продемонстрировало, что данный вопрос проработан недостаточно [4–6].

Процесс метрологической экспертизы проектной документации систем газоснабжения осуществляется с целью обеспечить единство измерений и соответствие требований НД в сфере учета энергоресурс-

сов РФ. Газовая промышленность является основным сектором топливно-энергетического комплекса РФ. От успешного функционирования этой отрасли зависит эффективное удовлетворение внутреннего и внешнего спроса на газ, обеспечение валютных и налоговых поступлений в бюджет страны. Не менее важную роль эта отрасль играет в обеспечении энергетической безопасности и политических интересов России.

Надежность и безопасность систем газоснабжения тесно связана с качеством их строительства и использования. В настоящее время для обеспечения требуемого уровня качества основной упор делается на интенсификацию и совершенствование методов контроля, то есть на выявление отклонений от требований нормативных документов. Качество проектной документации систем газоснабжения играет в этом процессе значительную роль. Для организаций, эксплуатирующих системы газоснабжения, повышение качества проектной документации означает снижение непроизводительных затрат на последующих стадиях жизненного цикла: строительства, диагностики и ремонта, а также снижение аварий и их последствий в процессе эксплуатации, повышение

безотказности, долговечности и экологической безопасности объектов системы газоснабжения.

*Цель* исследования – выявление рисков процесса проведения метрологической экспертизы на основе использования методов менеджмента качества и разработка мероприятий по управлению возможностями развития организаций, аккредитованных в области обеспечения единства измерений, с целью повышения конкурентоспособности.

### Материалы и методы

На сегодняшний день в нашей стране и мире в целом разработано большое количество стандартов, которые тем или иным образом затрагивают вопросы, связанные с менеджментом риска, и используются организациями для внедрения риск-ориентированного подхода в своей деятельности.

В Федеральном законе «Об обеспечении единства измерений» метрологическая экспертиза рассматривается как одна из форм государственного регулирования в области обеспечения единства измерений и является частью комплекса работ по МО [7–9]. МЭ – анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе [10].

До настоящего времени отдельного национального стандарта, определяющего порядок проведения МЭ технической документации, не было. В 2023 г. приказом Росстандарта утвержден стандарт ГОСТ Р 8.1024 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая экспертиза технической документации. Основные положения». Однако действующие ранее рекомендации по стандартизации (например, РМГ 63–2003 «Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации») не прекратили свое действие, они дополняют национальный стандарт. В статье [11] приводится обзор законодательной и нормативной основы проведения метрологической экспертизы технической документации.

Основными задачами МЭ (исходя из проведенного анализа регламентирующих документов) являются 3 блока действий.

*Действия, связанные с оценкой:*

- правильности постановки и решения измерительной задачи (правильности идентификации объекта измерений, испытаний, контроля и рациональности номенклатуры измеряемых (контролируемых) параметров);

- контролепригодности продукции;
- требований к программному обеспечению (соответствие алгоритмов расчетов формам представления результатов расчетов, правильности применения формул (закономерностей) для обработки измерительной информации (измерительных преобразований, метрологически значимых расчетов);

- полноты и правильности изложения и реализуемости метрологических требований (требований к измерениям, их показателям точности, СИ, эталонам единиц величин, методикам (методам) измерений);

- полноты и правильности метрологического обеспечения испытаний продукции.

*Действия, связанные с анализом:*

- обоснованности установления допускаемых отклонений измеряемых (контролируемых) параметров для обеспечения возможности оценки их соответствия установленным требованиям;

- соответствия измеряемых (контролируемых) параметров и показателей точности установленным требованиям, в том числе оценка оптимальности требований к точности измерений;

- оптимальности выбора СИ, СО, средств контроля, испытаний, эталонов единиц величин, методик (методов) измерений.

*Действия, связанные с контролем:*

- проверки правильности использования метрологических терминов, использования единиц величин, допущенных к применению в РФ, правильности наименований измеряемых величин и обозначений их единиц;

- установления правильности формы записи измеряемых (контролируемых) параметров и их допускаемых отклонений.

Процесс оценки рисков в соответствии с основополагающим стандартом в области менеджмента риска ГОСТ Р ИСО 31000–2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» охватывает идентификацию, анализ и оценивание рисков. В соответствии с последовательностью процесса риск-менеджмента на первом этапе представленного исследования подробно изучен процесс МЭ. На следующем этапе – этапе оценивания рисков – осуществляется их идентификация и анализ. Идентификация рисков МЭ заключается в выявлении факторов, которые могут привести к отклонению от запланированных результатов процессов. В рамках анализа риска устанавливаются источники и последствия реализации рискового события каждого этапа МЭ. Цель анализа риска заключается в том, чтобы понять природу риска и его характеристики, в том числе уровень риска. Анализ риска может проводиться с различной степенью детализации и сложности в зависимости от цели анализа, доступности и достоверности информации и доступных ресурсов. Технологии анализа могут быть качественными, количественными или их комбинациями в зависимости от обстоятельств и предполагаемого использования [12–14].

В данном исследовании использована широко известная причинно-следственная диаграмма Исикавы («рыбий скелет») и метод «галстук-бабочка» («песочные часы», bow-tie). Метод «галстук-бабочка» сочетает исследование причин событий с помощью дерева отказов (FTA) и анализ последствий с помощью дерева событий (ETA). Особое внимание уделяется барьерам между источниками и опасным событием (меры контроля) и опасным событием и последствиями (меры по ликвидации) [15].

Диаграмма Исикавы позволяет выявить причины, метод «галстук-бабочка» позволяет визуализировать риски, имеющие несколько причин и последствий. Данные методы позволяют провести качественный анализ рисков. При необходимости дальнейшего

анализа, могут быть применены более детальные аналитические методы количественного анализа риска, например метод FMEA [16–18].

В целях идентификации возможностей развития организаций, выбора стратегии и выработки действий для реализации возможностей использован метод стратегического планирования, известный как SWOT-анализ [19, 20].

### Результаты и их обсуждение

В каждом конкретном случае цель метрологической экспертизы и порядок ее проведения зависят от того, какая документация подлежит рассмотрению.

Подробно каждый этап процесса «Метрологическая экспертиза проектной документации систем газоснабжения» представлен на рисунке 1.

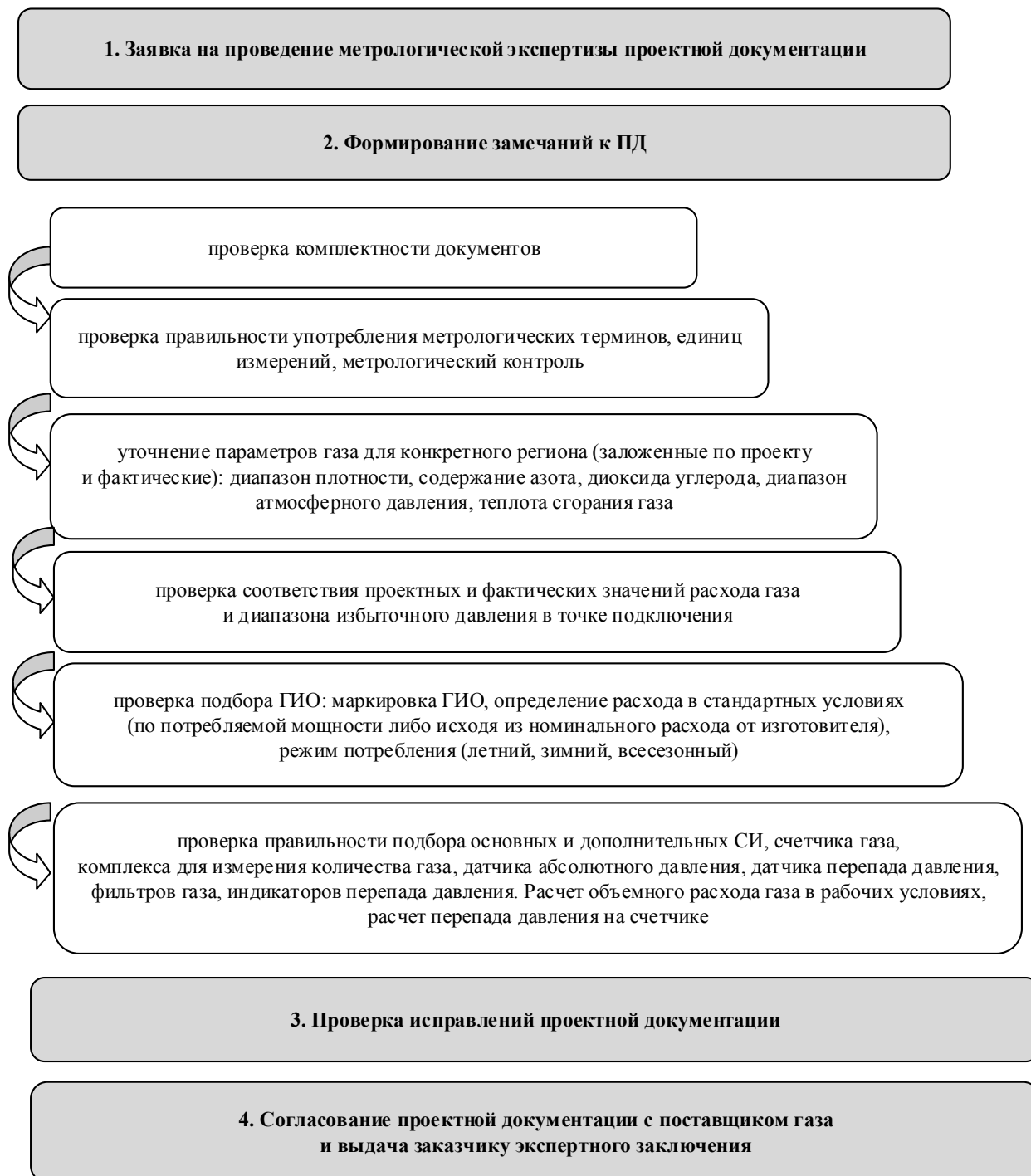


Рис. 1. Этапы процесса «Метрологическая экспертиза проектной документации систем газоснабжения»

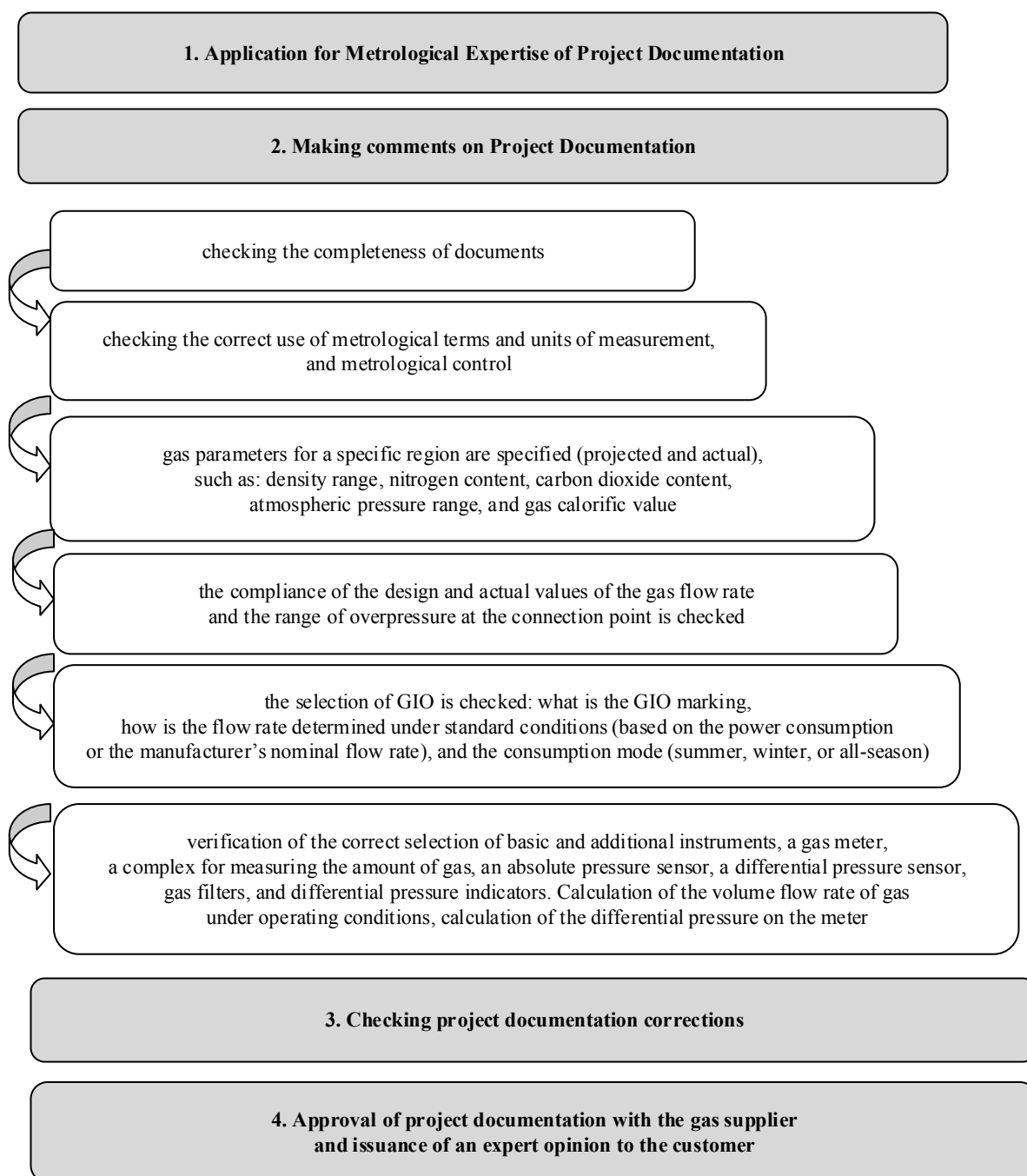


Fig. 1. Stages of the “Metrological Expertise of Design Documentation for Gas Supply Systems” process

Как можно заметить, самым объемным и значимым при проведении МЭ проектной документации систем газоснабжения является второй этап «Формирование замечаний к проектной документации». Этот этап является наиболее рискообразующим, поэтому будет рассмотрен с применением описанных методов.

#### Идентификация и анализ рисков

Порядок проведения МЭ проектной документации систем газоснабжения метрологическим требованиям основан на критериях, представленных в табл. 1.

На основании критериев анализа рассмотрены возможные факторы и причины рисков процесса «Формирование замечаний к проектной документации». Для этого использовался метод идентификации

факторов рисков – диаграмма Исикавы – инструмент качества, служащий для наглядного представления причинно-следственных связей между объектом анализа и влияющими на него факторами (рис. 2).

Анализ проводился экспертной группой. В такую группу могут включаться специалисты, компетентные в вопросах МО, например, начальник отдела МО, инженер-метролог, техник-метролог и др.

Диаграмма иллюстрирует различные причины, их влияние на процесс формирования замечаний к проектной документации, сортирует их и показывает их взаимосвязи. Цель метода – выявить, а затем последовательно устранять или минимизировать воздействие выявленных проблем, что приведет к повышению качества.

Таблица 1. Критерии соответствия метрологическим требованиям

Table 1. Criteria for compliance with metrological requirements

Критерии / Criteria	Несоответствие / Discrepancy
Правильность использования метрологических терминов, наименований и обозначений измеряемых величин / Correct use of metrological terms, names, and symbols for measured quantities	Допуск применения метрологических терминов, наименований и обозначений измеряемых величин, не соответствующих применяемым СИ и противоречащих НД в ПД / Allowing the use of metrological terms, names, and designations of measured quantities that do not correspond to the applied measuring instruments and contradict the regulatory documents in the project documentation
Актуальность применяемых НД / Relevance of the applied RD	Допуск проектных решений, основанных на устаревших НД / Allowing design solutions based on outdated regulations
Наличие, полнота и правильность изложения проектных решений / Availability, completeness, and correctness of project solutions	Допуск проектных решений, изложенных в недостаточном объеме, либо искаженных, либо указанных неверно / Admission of design solutions that are insufficiently detailed, distorted, or incorrect
Реализуемость установленных метрологических требований / Feasibility of established metrological requirements	Допуск проектных решений, которые не учитывают условия измерений, нарушают методику измерений, требуют заведомо недостижимых результатов измерений / Allowing design solutions that do not take into account measurement conditions; violate measurement procedures; or require obviously unattainable measurement results
Соответствие показателей точности заданным требованиям к объекту проектирования / Compliance of the accuracy indicators with the specified requirements for the design object	Допуск проектных решений, при которых неверно определены показатели точности к объекту проектирования / Acceptance of design solutions that incorrectly define the accuracy requirements for the design object
Рациональность выбора СИ / The rationality of the choice of measuring instruments	Допуск необоснованных проектных решений (отсутствие рациональности выбора СИ) / Adoption of unjustified design solutions (lack of rationality in choosing means of change)
Возможность МО указанных СИ / The possibility of metrological support of the specified measuring instruments	Допуск проектных решений, не содержащих процедур МО СИ / Approval of design solutions that do not contain metrological support procedures for measuring instruments
Правильность выполнения расчетов / The correctness of calculations	Ошибки и погрешности программного обеспечения (программа «Расходомер ИСО», Excel) / Software errors and inaccuracies (ISO Flow Meter software, Excel)

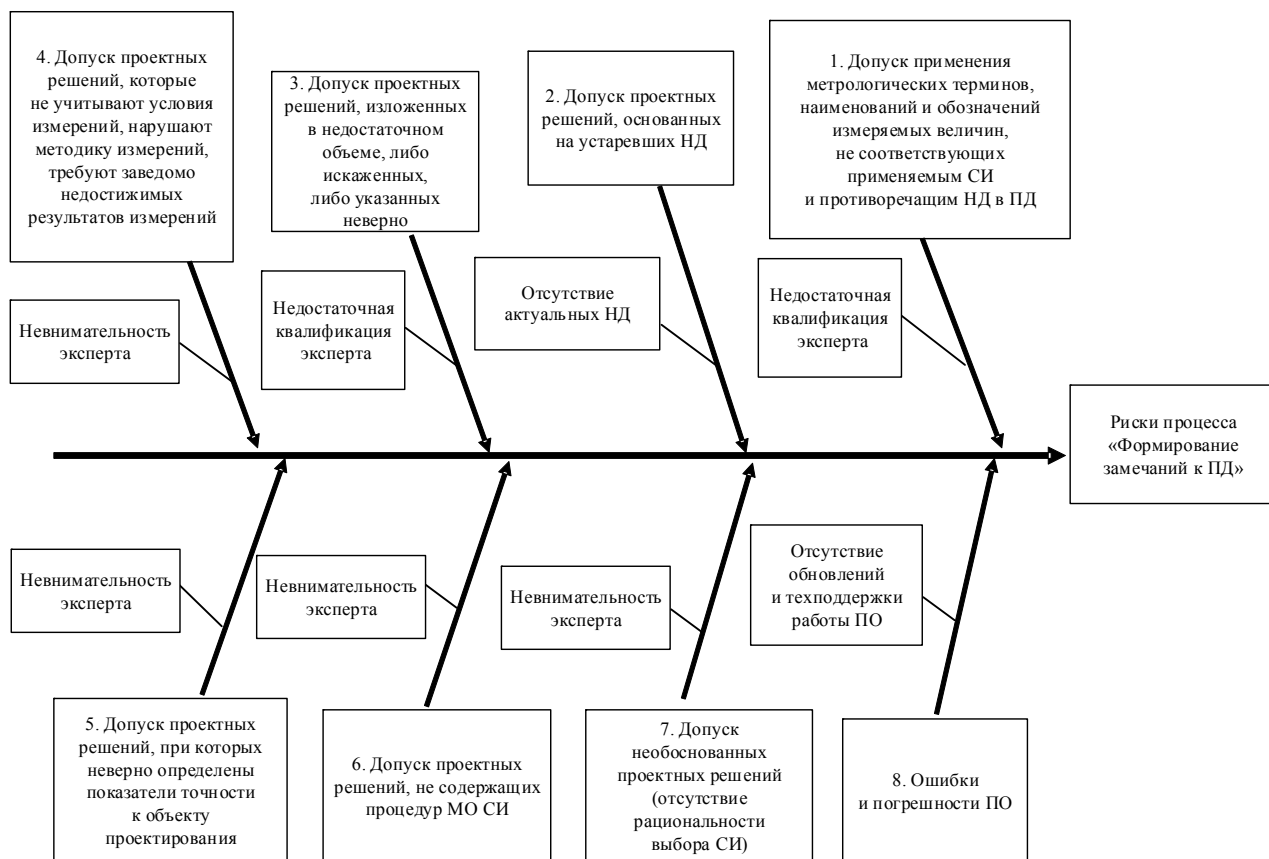


Рис. 2. Причинно-следственная диаграмма Исикавы

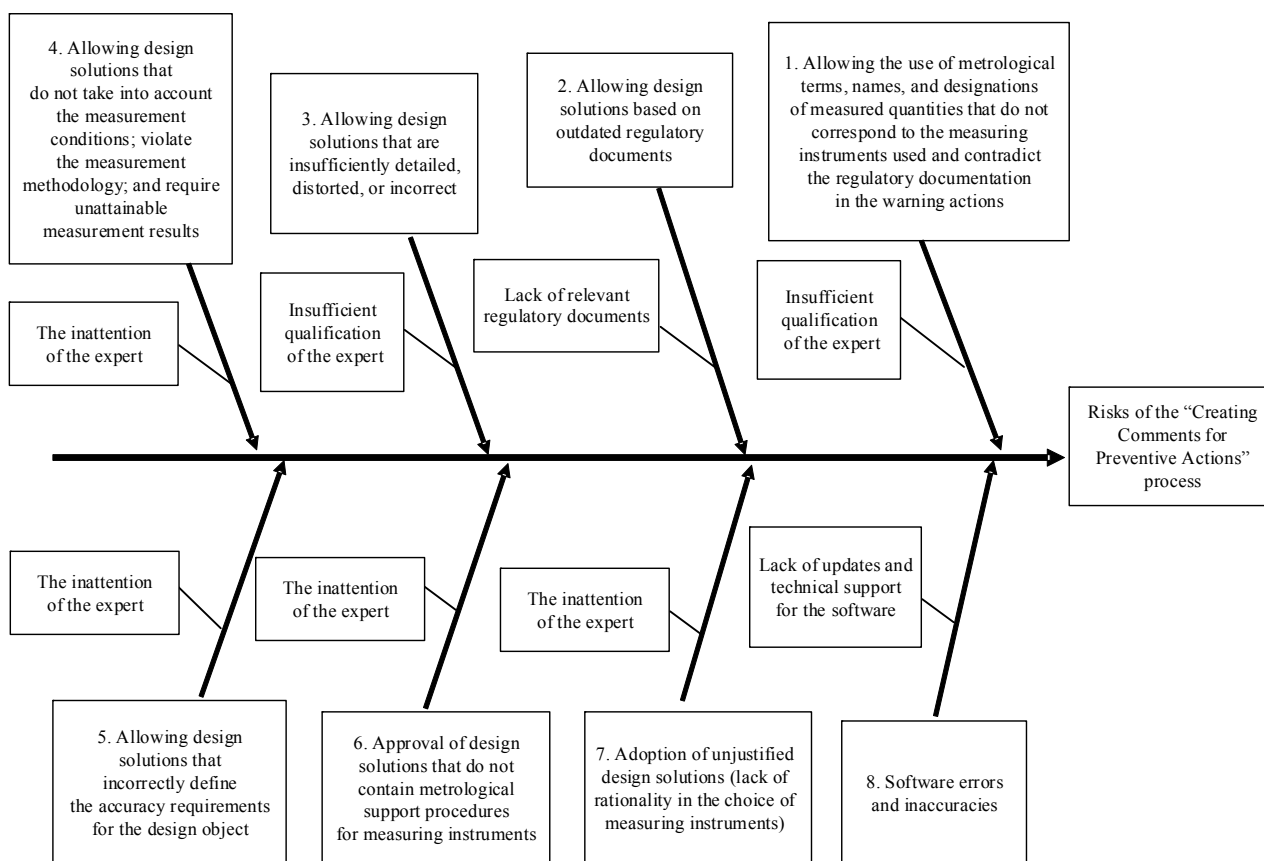


Fig. 2. Ishikawa cause-and-effect diagram

Как видно из рисунка 2, среди основных причин возникновения риска данного процесса преобладает показатель «невнимательность эксперта». То есть при реализации данного процесса ведущую роль играет человеческий фактор. В связи с этим стратегии в области развития персонала организации должны быть реализованы в первую очередь.

**Применение метода «галстук-бабочка» при оценке рисков**

С учетом выявленных причин риска, анализа критериев и потенциальных несоответствий выстроим цепочку «источники опасного события – опасное событие – последствие». Для этого воспользуемся методом «галстук-бабочка» – инструментом визуализации и анализа рисков, который позволяет связать между собой не только причины и последствия потенциальных рисков, но главное – меры их предотвращения. Обозначим наиболее важные источники опасного события (см. рис. 2).

*Недостаточная квалификация эксперта* – связана с недостаточным уровнем знаний, навыков и умений эксперта в области метрологии.

*Загруженность эксперта* – сезонная (пиковая) нагрузка эксперта большим количеством работ либо сложными проектами.

*Отсутствие актуальных нормативных документов* – случай, когда менеджером по качеству не обновлены нормативные документы (НД) организации, либо эксперт пользуется устаревшими НД.

*Невнимательность эксперта* – пропуск ошибочных решений в проектной документации из-за невнимательного рассмотрения экспертом.

*Невнимательность заказчика* – путаница в предоставленной на МЭ документации, например, проектной документации и ТУ от другого объекта или НД с некорректными данными;

*Отсутствие обновлений и техподдержки работы ПО* – несвоевременное обновление программ для работы эксперта и недостоверные расчеты, приведшие к ошибочным замечаниям.

При реализации метода «галстук-бабочка» необходимо придерживаться следующего алгоритма действий.

1. Идентификация опасного события (ОС) – отображение его как узла метода «галстук-бабочка».
2. Исследование, перечисление источников опасности в левой части; идентификация механизмов, с помощью которых источники риска могут привести к ОС, формирование дерева отказов.
3. Определение средств контроля, методов управления для источников опасности, составление списка барьеров, снижающих вероятность наступления ОС.
4. Идентификация последствий, формирование дерева событий от ОС до последствий ОС при его реализации (правая часть схемы «галстук-бабочка»).
5. Определение средств контроля, методов управления в условиях реализации ОС, составление списка барьеров, предотвращающих/смягчающих последствия от реализации ОС.

6. Анализ сценариев «опасность – ОС – следствие», формирование цельной диаграммы «галстук-бабочка».

7. Отображение (при необходимости) под диаграммой «галстук-бабочка» дополнительных функций управления по отношению к средствам и методам управления.

Объектами последствий ОС могут быть окружающая среда, люди, экономика и социальная среда. Схема, имея форму галстука-бабочки, создает четкое разграничение между проактивной и реактивной сторонами управления рисками. Барьеры левой ветви диаграммы «галстук-бабочка», направлены на снижение вероятности возникновения опасного события по данной причине. Барьеры правой ветви диаграммы нацелены на смягчение последствий в случае реализации опасного события и восстановления после него.

Метод «галстук-бабочка» для процесса «Формирование замечаний к проектной документации» представлен на рисунке 3.

Все барьеры левой части метода относятся к активизируемым, и участие человека в них обязательно. Барьеры «Аттестация знаний», «Учет и контроль загруженности экспертов», «Мониторинг и актуализация НД», «Контроль ведущим инженером-метрологом проектной документации и экспертного заключения», «Учет поступающих документов», «Актуализация ПО техническим специалистом» направлены на ограничение и контроль и не могут полностью исключить вероятность возникновения рисковогое события. Поэтому требуется введение барьеров на реактивной ветви данной схемы. Именно элементы проактивного управления занимают большую долю времени при анализе рисков.

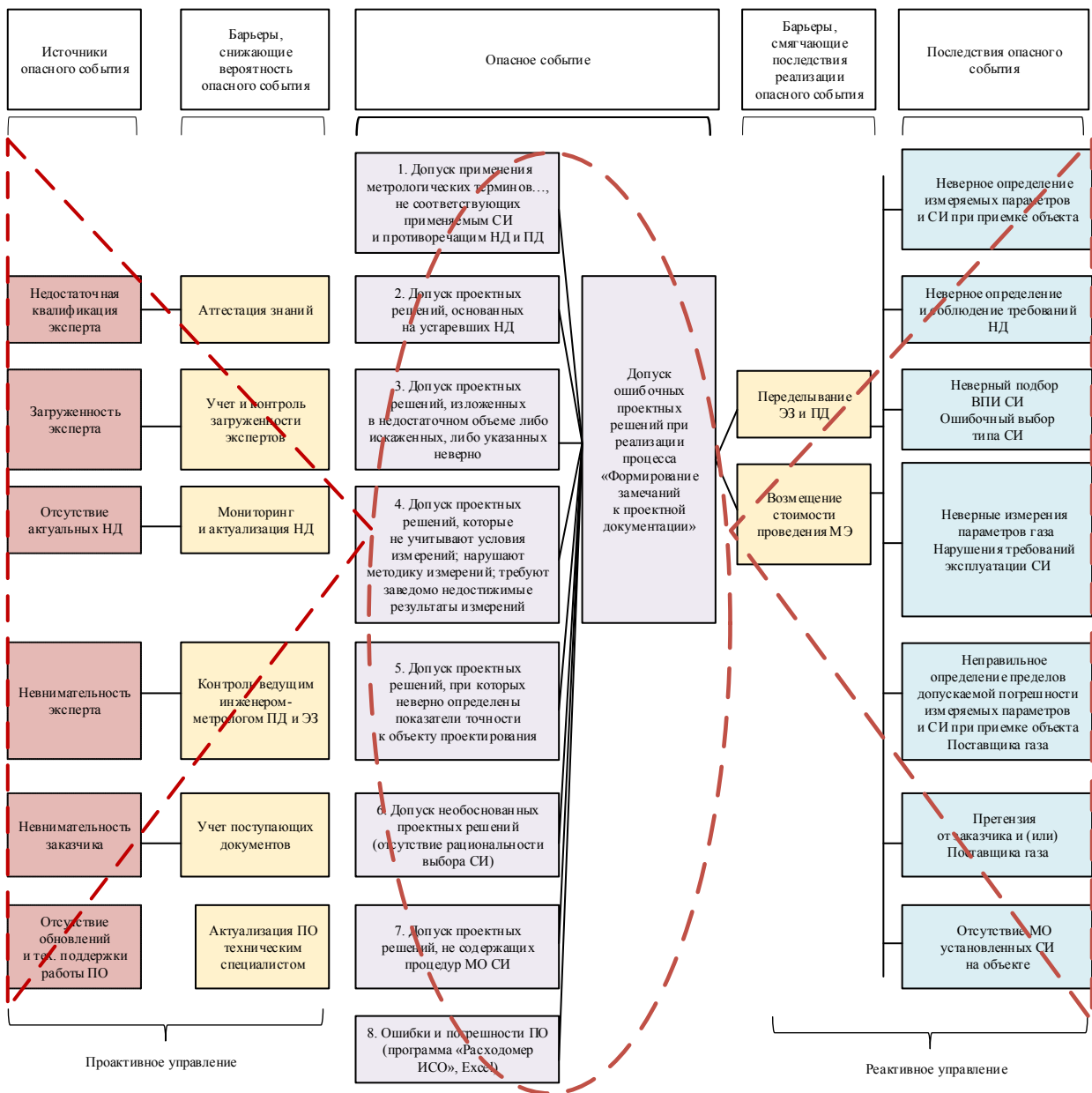


Рис. 3. Метод «галстук-бабочка»

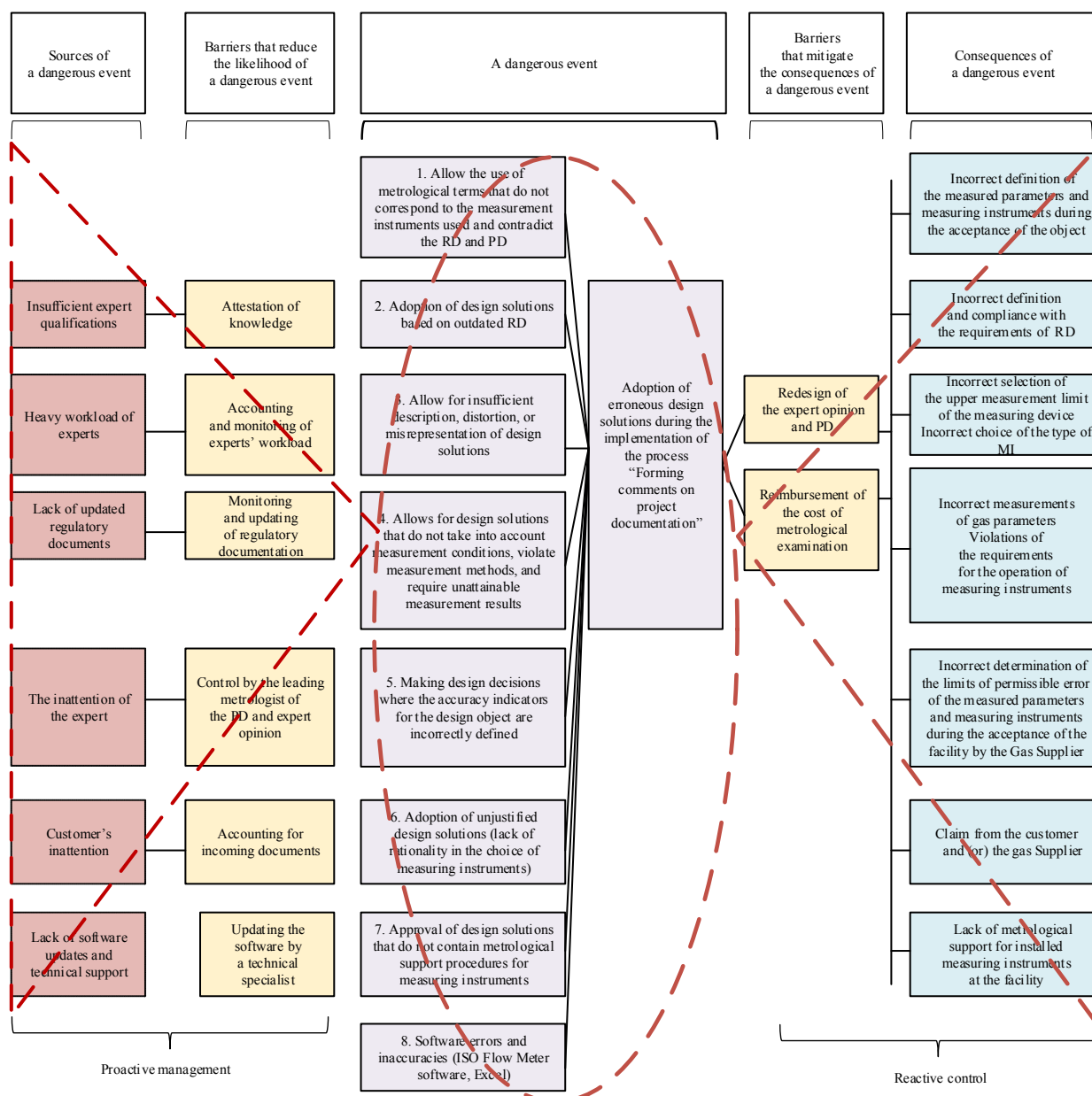


Fig. 3. The Bow Tie Method

Следует отметить, что барьеры правой и левой части диаграммы отличаются по своему функциональному назначению. «Передельвание экспертного заключения и проектной документации» и «Возмещение стоимости проведения МЭ» при допуске ошибочных проектных решений при реализации процесса «Формирование замечаний к ПД» направлены на смягчение последствий.

Полная схема «галстук-бабочка» помогает дать четкое графическое представление проблемы с указанием первопричин. Внедрение защитных барьеров в левой части схемы способствует уменьшению вероятности реализации опасного события. Однако данный метод носит преимущественно качественный характер. Для численного анализа и ранжирования факторов риска может быть использован метод FMEA-анализа, позволяющий оценить вероятность

возникновения, тяжесть последствий и обнаруживаемость потенциальных опасных событий.

### SWOT-анализ и выработка стратегии развития

Управление возможностями включает в себя следующие действия:

- идентификация возможности;
- оценка возможности;
- выбор стратегии, выработка и исполнение действий для реализации возможности в случае принятия такого решения;
- оценка результативности.

Для выявления возможностей развития применяется SWOT-анализ. SWOT-анализ – метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths

(сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Любая организация, оказывающая услуги в области МО, имеет как сильные, так и слабые стороны (табл. 2, 3). На основе результатов опроса специалистов, работающих в области МО, были выделены наиболее важные и критичные сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы. В соответствии с формулами (1), (2) можно вычислить ранг и интегральную оценку конкурентоспособности организаций:

$$R^{K_i} = \prod OCh_i \cdot OV_i, \quad (1)$$

где  $R^{K_i}$  – ранг характеристики;  $OCh_i$  – оценка воплощения характеристик;  $OV_i$  – оценка важности характеристик.

$$O^K = \sum R^{K_i}, \quad (2)$$

где  $O^K$  – интегральная оценка конкурентоспособности;  $R^{K_i}$  – ранг характеристики.

Таблица 2. Интегральная оценка конкурентоспособности

Table 2. Integrated assessment of competitiveness

Характеристики корпоративного профиля / Characteristics of the corporate profile	Оценка воплощения характеристик (от 1 до 5 с соответствующим знаком ±) / Evaluation of the embodiment of characteristics (from 1 to 5 with the corresponding ± sign)	Оценка важности характеристик (от 0 до 1) / Assessment of the importance of characteristics (from 0 to 1)	Ранг характеристики / Feature Rank
	$OCh_i$	$OV_i$	$R^{K_i}$
<i>Сильные стороны / Strengths</i>			
1. Развитая сеть партнеров / A well-developed network of partners	+4	0,5	+2,0
2. Сроки проведения работ / Work completion dates	+5	0,8	+4,0
3. Эффективное взаимодействие с заказчиками / Effective interaction with customers	+4	0,7	+2,8
<i>Слабые стороны / Weaknesses</i>			
1. Зависимость от надзорных и контролирующих органов / Dependence on supervisory and regulatory bodies	-4	0,8	-3,2
2. Преобладание бумажного документооборота / The predominance of paper document management	-2	0,7	-1,4
3. Невыездной характер работы / The non-travel nature of the work	-3	0,8	-2,4
<b>Интегральная оценка конкурентоспособности <math>O^K</math> / Comprehensive assessment of competitiveness <math>O^K</math></b>			<b>1,8</b>

Интегральная оценка конкурентоспособности имеет положительное значение, что говорит о преобладании сильных сторон. Однако следует отметить, что значение интегральной оценки в нашем случае не столь велико, поэтому стоит предпринять действия в отношении слабых сторон организации.

Отрицательное значение интегральной оценки благоприятности внешней среды (хотя и небольшое) говорит о преобладании угроз, поэтому необходимо проработать действия по их минимизации. С учетом

Расчет интегральных показателей применяется в рамках проведения расширенного SWOT-анализа, методология которого подробно описана авторами ранее (Изучение сильных и слабых сторон предприятия с помощью расширенного SWOT-анализа на примере ОАО «КАЗХИМНИИ» / И. С. Разина, Е. В. Приймак, К. С. Разина, М. А. Колоколов // Вестник Технологического университета. 2015. № 14 (18). С. 211–216).

В соответствии с формулами (3), (4) вычислен ранг внешнего фактора, а также интегральная оценка благоприятности внешней среды (табл. 3):

$$R^{Ext_i} = \prod Ch_i \cdot St_i \cdot V_i, \quad (3)$$

где  $R^{Ext_i}$  – ранг внешнего фактора;  $Ch_i$  – характер влияния;  $St_i$  – сила влияния;  $V_i$  – важность фактора для организации.

$$O^{Ext} = \sum R^{Ext_i}, \quad (4)$$

где  $O^{Ext}$  – интегральная оценка благоприятности внешней среды;  $R^{Ext_i}$  – ранг внешнего фактора.

проведенного анализа могут быть предложены перспективные стратегии развития организаций, работающих в области МО (фрагмент см. в табл. 4).

Исходя из данных стратегий, а также стратегий, которые учитывают сильные стороны организации, была выработана общая стратегия организации на ближайший год: «Достичь устойчивого взаимодействия с поставщиком газа путем внедрения новых видов деятельности и внедрения цифровых технологий для работы сотрудников и компании в целом».

Таблица 3. Интегральная оценка степени влияния внешней среды

Table 3. Integral assessment of the degree of environmental influence

Факторы внешней среды / Environmental factors	Влияние внешней среды / Influence of the external environment			
	Характер влияния (± 1) / The nature of the influence (± 1)	Сила влияния (от 0 до 10) / Power of influence (from 0 to 10)	Важность фактора для организации (от 0 до 1) / The importance of a factor for an organization (from 0 to 1)	Ранг каждого внешнего фактора / The rank of each external factor
	<i>Ch</i>	<i>St</i>	<i>V</i>	<i>R<sup>ext</sup><sub>i</sub></i>
<i>Возможности / Opportunities</i>				
Внедрение новых видов деятельности в области ОЕИ / Introduction of new activities in the field of ensuring the uniformity of measurements	+1	8	0,8	6,4
Развитие цифровых технологий и автоматизации / Development of digital technologies and automation	+1	8	0,6	4,8
Привлечение квалифицированных молодых специалистов / Attracting qualified young professionals	+1	9	0,8	7,2
<i>Угрозы / Threats</i>				
Репутационные риски / Reputational risks	-1	7	0,6	-5,6
Конкуренция / Competition	-1	7	0,9	-6,3
Изменения в НД, ГОСТ, ГОСТ Р / Changes in regulatory documentation, GOST, GOST R	-1	8	1	-8,0
<b>Интегральная оценка благоприятности внешней среды <math>O^{Ext}</math> / Integral assessment of environmental friendliness <math>O^{Ext}</math></b>				<b>-1,5</b>

Возможность ее реализации можно оценить по сопоставлению критериев:

- значимость положительных последствий ( $S_b$ );
- вероятность реализации возможности ( $O_b$ ).

Для проведения оценки возможностей были составлены шкалы баллов критериев  $S_b$  и  $O_b$ . Критерии  $S_b$  и  $O_b$  имеют значения в диапазоне от 1 до 3 баллов. Значимость положительных последствий ( $S_b$ ) может характеризоваться как сильная, умеренная, малая и соответствует следующим баллам шкалы оценок:

- 3 – существенное влияние на качество/репутацию;
- 2 – заметное влияние на качество/репутацию;
- 1 – влияние на качество и результаты минимально.

Вероятность реализации возможности ( $O_b$ ) может оцениваться как низкая, средняя, высокая:

- 3 – реализуется без препятствий;
- 2 – реализуема при вложении ресурсов, усилий;
- 1 – требуются большие ресурсы, сложная реализация.

Итоговый балл (ИБ) возможности определяется по формуле

$$ИБ = S_b \cdot x \cdot O_b. \quad (5)$$

Возможности с наивысшим баллом (6–9) необходимо реализовывать в первую очередь, возможности с наименьшими баллами (1, 2) можно не рассматривать, так как результат их внедрения не превысит затраченные ресурсы. Возможности со средним баллом (3–5) следует реализовывать по мере необходимости.

В таблице 5 приведен пример расчетной оценки возможностей реализации предлагаемых стратегий развития.

Расчет итоговых баллов (см. табл. 5) показал, что возможность «Внедрение новых видов деятельности в области обеспечения единства измерений» имеет максимальный балл. Возможности «Развитие цифровых технологий и автоматизации» и «Привлечение квалифицированных молодых специалистов» при высокой значимости требуют вложения ресурсов, поэтому необходима четкая программа по их реализации.

### Выводы

В проведенном исследовании рассмотрен проактивный подход к управлению рисками процесса проведения метрологической экспертизы на основе использования ключевых методов менеджмента качества и оценки рисков. Проведена оценка рисков процесса «Формирование замечаний к проектной документации» при проведении метрологической экспертизы ПД систем газоснабжения как наиболее рискованного процесса, по мнению экспертов.

Идентифицированы риски, а также их причины с использованием диаграммы «причина – результат». Одной из коренных причин отмечена «невнимательность эксперта». Применение метода «галстук-бабочка» позволило выстроить сценарии развития рискованных событий, анализ которых помог подробно рассмотреть проактивное управление рисками организации, конкретизировать типы барьеров, снижающих вероятность опасного события.

Показана оценка возможностей организации с применением метода SWOT-анализа. Рассчитаны интегральные оценки конкурентоспособности и благоприятности внешней среды. Интегральная оценка конкурентоспособности имеет положительное значение, что говорит о преобладании в организации сильных сторон.

Таблица 4. Описание стратегий развития (фрагмент)

Table 4. Description of Development Strategies (excerpt)

Слабые стороны / Weaknesses, <i>W</i>	Возможности / Opportunities, <i>O</i>	Стратегии / Strategies	Угрозы / Threats, <i>T</i>	Стратегии / Strategies
1. Зависимость от надзорных и контролирующих органов / Dependence on supervisory and regulatory bodies	1.1. Внедрение новых видов деятельности в области ОЕИ / Introduction of new activities in the field of ensuring the uniformity of measurements	Используя возможности и поддержку надзорных органов, в сотрудничестве с ними рассмотреть возможные услуги и работы, которые будут интересны обеим сторонам, например, некоммерческая МЭ ПД газораспределительных станций поставщика газа или аттестация узлов измерений объемного расхода (объема) газа поставщика газа / Using the capabilities and support of supervisory authorities, in cooperation with them, consider possible services and works that will be of interest to both parties, such as non-commercial metrological expertise of the design documentation for gas distribution stations of the Gas Supplier or certification of gas volume flow (volume) measurement units of the Gas Supplier	1.1. Репутационные риски / Reputational risks	Многолетнее продуктивное сотрудничество с Поставщиками газа и МРГ позволит рекомендовать компанию, как надежного партнера, и снизить риски от потери репутации / Long-term productive cooperation with gas suppliers and Gazprom Mezhrefiongaz will allow the company to establish itself as a reliable partner and reduce the risks of losing its reputation
	1.2. Развитие цифровых технологий и автоматизации / Development of digital technologies and automation	Минимизировать физическое присутствие поставщика газа при приемке объекта путем предварительного согласования ПД всеми сторонами, например, после проведения МЭ направлять скан ЭЗ и ПД как поставщику газа, так и МРГ посредством единой базы, позволяющей взаимодействовать всем сторонам / Minimize the physical presence of the Gas Supplier during the acceptance of the facility by pre-approving the project documentation with all parties. For example, after conducting a metrological examination, send a scan of the expert opinion and project documentation to both the Gas Supplier and Gazprom Mezhrefiongaz through a unified database that allows all parties to interact	1.2. Конкуренция / Competition	Проводя совместные работы и обучения с Поставщиками газа и МРГ, обсуждая ход ведения деятельности, можно заручиться их поддержкой и обходить конкурентов / By conducting joint work and training with gas suppliers and Gazprom Mezhrefiongaz, and discussing the progress of their activities, you can gain their support and outcompete your competitors
	1.3. Привлечение квалифицированных молодых специалистов / Attracting qualified young professionals	Проведение обучения и прохождения стажировки у поставщика газа специалистами компании позволит внедрить и учесть в своей деятельности требования поставщика газа, что позволит избежать последующих вопросов / Conducting training and internships with the Gas Supplier will allow the company's specialists to implement and take into account the requirements of the Gas Supplier, which will help avoid any subsequent issues	1.3. Изменения в НД, ГОСТ, ГОСТ Р / Changes in regulatory documentation, GOST, GOST R	Совместно с Поставщиками газа обсуждая и принимая участие в разработке нововведений в НД по газоснабжению, а также находя способы внедрения их в деятельность организации, можно минимизировать их влияние на организацию / By discussing and participating in the development of innovations in the regulatory documentation on gas supply together with gas suppliers, and finding ways to implement them in the organization's activities, it is possible to minimize their impact on the organization
2. Преобладание бумажного документооборота / The predominance of paper document management	2.1. Внедрение новых видов деятельности в области ОЕИ / Introduction of new activities in the field of ensuring the uniformity of measurements	Новая деятельность – проведение метрологического аудита на объекте – позволит избежать избыточного распечатывания документации и отправки почтой / The new activity, conducting a metrological audit at the facility, will help to avoid excessive printing of documentation and mailing	2.1. Репутационные риски / Reputational risks	Фиксируя любое взаимодействие с заказчиками и надзорными органами в письменном виде, можно избежать в дальнейшем неподтвержденных обвинений / By documenting any interactions with customers and supervisory authorities in writing, you can avoid unsubstantiated accusations in the future

Продолжение табл. 4

Table 4 (continued)

Слабые стороны / Weaknesses, <i>W</i>	Возможности / Opportunities, <i>O</i>	Стратегии / Strategies	Угрозы / Threats, <i>T</i>	Стратегии / Strategies
	2.2. Развитие цифровых технологий и автоматизации / Development of digital technologies and automation	Во взаимодействии с IT-компанией разработать цифровой формат оформления МЭ, где в автоматическом режиме будет приведена вся информация касательно параметров объекта, показателей точности СИ и графическая часть таким образом, чтобы не приходилось дополнительно распечатывать ее, а передавать через облачный сервер / In cooperation with an IT company, develop a digital format for conducting metrological examinations, which will automatically provide all the information about the object's parameters, the accuracy of the measuring instruments, and the graphical part, so that there is no need to print it out and instead it can be transmitted through a cloud server	2.2. Конкуренция / Competition	Для некоторых заказчиков, в частности бюджетных организаций, преобладание бумажного документооборота станет преимуществом при выборе исполнителя / For some customers, particularly budgetary organizations, the prevalence of paper-based document management will be an advantage when choosing a contractor
	2.3. Привлечение квалифицированных молодых специалистов / Attracting qualified young professionals	Привлекая специалистов ЭДО для обучения, либо прибегая к услугам онлайн-платформ по обучению ЭДО, удастся минимизировать бумажную документацию в бухгалтерии и делопроизводстве / By involving electronic document management specialists in training or using online electronic document management training platforms, it is possible to minimize paper documentation in accounting and office management	2.3. Изменения в НД, ГОСТ, ГОСТ Р / Changes in regulatory documentation, GOST, GOST R	В случае утверждения в новой версии стандарта унифицированной формы документа, выдаваемого по завершению работ в области ОЕИ, снизится число опечаток и ошибок при оформлении, т. к. будет установлена единая форма / If the new version of the standard includes a unified form for the document issued upon completion of work in the field of ensuring the uniformity of measurements, the number of typos and errors in the document will be reduced, as a unified form will be established
3. Невыездной характер работы / The non-travel nature of the work	3.1. Внедрение новых видов деятельности в области ОЕИ / Introduction of new activities in the field of ensuring the uniformity of measurements	Новая деятельность – проведение метрологического аудита на объекте – позволит заказчикам вживую контактировать с исполнителем и обсуждать возникающие вопросы / The new activity, conducting a metrological audit at the facility, will allow customers to interact with the contractor and discuss any issues that arise	3.1. Репутационные риски / Reputational risks	3.1 Стремясь к обеспечению полноценного исследования объекта, в том числе с выездом, компания зарекомендует себя как надежного исполнителя, и в случае разбирательств сможет предоставить достоверную информацию об объекте (а не со слов заказчика) / By striving to ensure a comprehensive study of the object, including on-site visits, the company will establish itself as a reliable contractor and will be able to provide accurate information about the object in the event of litigation (rather than relying on the client's statements)
	3.2. Развитие цифровых технологий и автоматизации / Development of digital technologies and automation	Создание онлайн-платформы, позволяющей находить заказчиков из разных регионов и районов, и размещение на ней предложений своих услуг позволит обеспечить командировочные выезды специалистов / Creating an online platform that allows you to find customers from different regions and areas and posting your services on it will enable specialists to travel on business trips	3.2. Конкуренция / Competition	Для некоторых заказчиков дистанционное выполнение работы станет преимуществом при выборе исполнителя / For some customers, remote work will be an advantage when choosing a contractor

Окончание табл. 4

Table 4 (continued)

Слабые стороны / Weaknesses, <i>W</i>	Возможности / Opportunities, <i>O</i>	Стратегии / Strategies	Угрозы / Threats, <i>T</i>	Стратегии / Strategies
	3.3. Привлечение квалифицированных молодых специалистов / Attracting qualified young professionals	Привлечение и собственное обучение специалистов по монтажу СИ и аттестации из того региона, где есть необходимость в выполнении работ, и впоследствии присвоение ему статуса «партнера» позволит внедрить выездной характер работы / Attracting and training specialists in the installation of measuring instruments and certification from the region where the work is needed, and subsequently granting them the status of "partner", will allow for the implementation of on-site work	3.3. Изменения в НД, ГОСТ, ГОСТ Р / Changes in regulatory documentation, ГОСТ, GOST R	Оперативное оповещение заказчиков о нововведениях и изменениях в НД посредством взаимодействия онлайн позволит также оперативно принять меры на объекте, что послужит подготовкой к дальнейшему выезду на объект / Prompt notification of customers about innovations and changes in regulatory documentation through online interaction will also allow for prompt action at the site, which will serve as preparation for further visits to the site

Таблица 5. Оценка возможностей

Table 5. Assessment of the capabilities

Возможность / Opportunity	$S_b$	$O_b$	Итоговый балл / Final score
Внедрение новых видов деятельности в области обеспечения единства измерений / Introduction of new activities in the field of ensuring the uniformity of measurements	3	3	9
Развитие цифровых технологий и автоматизации / Development of digital technologies and automation	3	1	3
Привлечение квалифицированных молодых специалистов / Attracting qualified young professionals	2	2	4

Предложены 3 вида стратегии реагирования на возможности: усиление (внедрение новых видов деятельности в области обеспечения единства измерений), принятие (развитие цифровых технологий и автоматизации) и использование (привлечение квалифицированных молодых специалистов). Разработаны конкретные мероприятия под данные стратегии.

Предложенные стратегии реагирования могут нивелировать слабые стороны организации в перспективе. Использование проведенного анализа на постоянной основе позволит совершенствовать процесс МЭ, снизить риски возникновения ошибок проектной документации, а также повысить конкурентоспособность организации на основе выявленных возможностей и точек роста.

#### Библиографические ссылки

1. Сон Д. О., Халимов А. О. Управление метрологическими рисками как основа для увеличения качества продукции // Экономика и социум. 2021. № 2-2 (81). С. 202–210.

2. Simkin A.Z., Mozhaeva T.P., Proskurin A.S. (2021) Management of metrological examination processes based on a risk-oriented approach. Journal of Physics: Conference Series, no. 1889 (3). DOI: 10.1088/1742-6596/1889/3/032025 [Electronic resource]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/351675087\\_Management\\_of\\_metrological\\_examination\\_processes\\_based\\_on\\_a\\_risk-oriented\\_approach](https://www.researchgate.net/publication/351675087_Management_of_metrological_examination_processes_based_on_a_risk-oriented_approach) (accessed: 30.01.2026).

3. Korchnyńska O.S. (2022) Metrological risks in management system of product quality at the manufacturing stage. Measuring Equipment and Metrology, vol. 83, no. 1, pp. 29–34. DOI: 10.23939/istcm2022.01.029

4. Симкин А. З., Можяева Т. П., Проскурин А. С. Применение риск-ориентированного подхода к управлению процессами метрологической экспертизы // Эргодизайн. 2022. № 4 (18). С. 275–282. DOI: 10.30987/2658-4026-2022-4-275-282

5. Малахова Ю. Г., Жирнова Е. А., Мелкозеров М. Г. Риск-ориентированный подход при управлении качеством на примере процесса «Метрологическая экспертиза технической документации» // Контроль. Диагностика. 2021. Т. 24. № 11 (281). С. 40–49. DOI: 10.14489/td.2021.11. pp.040-049

6. Эшкинина О. Н., Мовчан Н. И. Моделирование процедуры проведения метрологической экспертизы нормативных документов с позиций риск-менеджмента // Вестник Технологического университета. 2019. Т. 22. № 6. С. 160–166.

7. Овадькова Ж. В., Овадьков Х. М. Необходимость проведения метрологической экспертизы нормативной документации на предприятиях // Евразийский союз ученых. 2020. № 7 (76). С. 62–66. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.1.76.898

8. Перевалова А. Т., Варепко Л. Г. Анализ состояния метрологического обеспечения процесса разработки технической документации на предприятии с большой номенклатурой продукции // Известия ТулГУ. Технические науки. 2023. Вып. 8. С. 10–16. DOI: 10.24412/2071-6168-2023-8-10-11

9. Ефремов О. В. Метрологическая экспертиза технической документации. организация и порядок проведения // Молодой ученый. 2021. № 43 (385). С. 31–33.

10. Минакова Н. П. Анализ и совершенствование метрологической экспертизы технической документации // Наука без границ. 2020. № 1 (41). С. 36–41

11. Митрофанова С. А. ГОСТ Р 8.1024–2023 как основа метрологической экспертизы технической документации // Компетентность / Competency (Russia). 2024. № 4. С. 24–30. DOI: 10.24412/1993-8780-2024-4-24-30

12. Нурдавлетова Д. А. Методы анализа рисков // Экономика и социум. 2019. № 11 (66). С. 517–522.

13. Ефименко Е. А., Румянцева Е. А. Методы и модели оценки риска природных и технических систем // Проблемы анализа риска. 2025. Т. 22, № 6. С. 46–55.

14. Гумиров И. С., Сопин В. Ф., Денисова Я. В. Управление рисками и возможностями при проверке средств измерений // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2024. Т. 27, № 2. С. 49–57. DOI: 10.22213/2413-1172-2024-2-49-57

15. Раимов А. И., Николаева Н. Г., Сопин В. Ф. Метод «галстук-бабочка» и его применение при оценке рисков // Компетентность. 2020. № 3. С. 48–53. DOI: 10.24411/1993-8780-2020-10308

16. Петровская Ю. А., Петровская Е. А. Комплексная оценка рисков методом FMEA // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2016. Т. 2, № 5. С. 194–196.

17. Применение инструмента анализа видов и последствий отказов в испытательной лаборатории при анализе рисков / А. Р. Макаева, В. И. Макаева, Я. В. Денисова [и др.] // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2024. Т. 27, № 1. С. 14–25. DOI: 10.22213/2413-1172-2024-1-14-25

18. Аглямова Р. Р., Николаева Н. Г., Горюнова С. М. Реализация метода анализа видов и последствий отказов для управления рисками и возможностями испытательной лаборатории // Вестник Технологического университета. 2025. Т. 28, № 3. С. 96–102. DOI: 10.55421/3034-4689\_2025\_28\_3\_96

19. Гусарова С. Н., Ерохина Ю. М., Хунузиди Е. И. Управление возможностями и рисками внутренней и внешней среды испытательных лабораторий с применением SWOT-анализа // Контроль качества продукции. 2022. № 4. С. 15–21.

20. Горбатова Л. Д. Процедура управления возможностями лаборатории // Контроль качества продукции. 2022. № 11. С. 31–36.

## References

1. Son D.O., Khalimov A.O. (2021) [Metrological risk management as a basis for increasing product quality]. *Ekonomika i Socium*, no. 2, pp. 202-210 (in Russ.).
2. Simkin A.Z., Mozhaeva T.P., Proskurin A.S. (2021) Management of metrological examination processes based on a risk-oriented approach. *Journal of Physics: Conference Series*, no. 3 [Electronic resource]. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/351675087\\_Management\\_of\\_metrological\\_examination\\_processes\\_based\\_on\\_a\\_risk-oriented\\_approach](https://www.researchgate.net/publication/351675087_Management_of_metrological_examination_processes_based_on_a_risk-oriented_approach) (accessed: 30.01.2026). DOI: 10.1088/1742-6596/1889/3/032025
3. Korchynska O.S. (2022) Metrological risks in management system of product quality at the manufacturing stage. *Measuring Equipment and Metrology*, vol. 83, no. 1, pp. 29-34. DOI: 10.23939/istcm2022.01.029
4. Simkin A.Z., Mozhaeva T.P., Proskurin A.S. (2022) [Applying a risk-based approach to controlling metrological examination processes]. *Ergodizajn*, no. 4, pp. 275-282. DOI: 10.30987/2658-4026-2022-4-275-282 (in Russ.).
5. Malakhova Yu.G., Zhirnova E.A., Melkozerov M.G. (2021) [Risk-oriented approach to quality management on the example of the process “Metrological examination of technical

documentation”]. *Kontrol'. Diagnostika*. vol. 24, no. 11, pp. 40-49. DOI: 10.14489/td.2021.11.pp.040-049 (in Russ.).

6. Eshkinina Oh.N., Movchan N.I. (2019) [Modeling the procedures of metrologically examining regulatory documents the risk management standpoint] *Vestnik Tekhnologicheskogo Universiteta*, vol. 22, no. 6, pp. 160-166 (in Russ.).

7. Ovadykova Zh.V., Ovadykov Kh.M. (2020) [The need for metrological expertise of regulatory documentation at enterprises]. *Evrasijskij Soyuz Uchenyh*, no. 7, pp. 62-66. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.1.76.898 (in Russ.).

8. Perevalova A.T., Varepo L.G. (2023) [Analysis of the state of metrological provision process of development of technical documentation at an enterprise with a large nomenclature of products]. *Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki*, no. 8, pp. 10-16. DOI: 10.24412/2071-6168-2023-8-10-11 (in Russ.).

9. Efremov O.V. (2021) [Metrological Expertise of Technical Documentation. Organization and Procedure for Conducting]. *Molodoj uchenyj*, no. 43, pp. 31-33 (in Russ.).

10. Minakova N.P. (2020) [Analysis and improvement of metrological expertise technical documentation]. *Nauka bez granic*, no. 1, pp. 36-41 (in Russ.).

11. Mitrofanova S.A. (2024) [GOST R 8.1024-2023 as a framework for metrological examination of technical documentation]. *Kompetentnost' / Competency (Russia)*, no. 4, pp. 24-30. DOI: 10.24412/1993-8780-2024-4-24-30 (in Russ.).

12. Nurdavletova D.A. (2019) [Risk analysis methods]. *Ekonomika i Socium*, no. 11, pp. 517-522 (In Russ.).

13. Efimenko E.A., Rumiantceva E.A. (2025) [Methods and models for risk assessment of natural and technical systems]. *Problemy Analiza i Riska*, no. 22 (6), pp. 46-55 (in Russ.).

14. Gumirov I.S., Sopin V.F., Denicova Ya.V. (2024) [Analysis of the List of Risks Affecting the Verification of Measuring Instruments]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, vol. 27, no. 2, pp. 49-57. DOI: 10.22213/2413-1172-2024-2-49-57 (in Russ.).

15. Raimov A.I., Nikolaeva N.G., Sopin V.F. (2020) [Bow-Tie Method and its Application in Risk Assessment]. *Kompetentnost' / Competency (Russia)*, no. 3, pp. 48-53. DOI: 10.24411/1993-8780-2020-10308 (in Russ.).

16. Petrovskaya Yu.A., Petrovskaya E.A. (2016) [Complex risk assessment by FMEA]. *Aktual'nye problemy aviacii i kosmonavтики*, vol. 2, no. 5, pp. 194-196 (in Russ.).

17. Makaeva A.R., Makaeva V.I., Denisova Ya.V., et al. (2024) [Application of the Failure Mode and Effects Analysis Tool in Testing Laboratory for a Risk Analysis]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, vol. 27, no.1, pp. 14-25. DOI: 10.22213/2413-1172-2024-1-14-25 (in Russ.).

18. Aglyamova R.R., Nikolaeva N.G., Goryunova S.M. (2025) [Implementation of the failure modes and effects analysis method to manage risks and capabilities of the testing laboratory]. *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta*, vol. 28, no. 3, pp. 96-102. DOI: 10.55421/3034-4689\_2025\_28\_3\_96 (in Russ.).

19. Gusarova S.N., Erokhina Yu.M., Khunuzidi E.I. (2022) [Managing the opportunities and risks of the internal and external environment of testing laboratories using SWOT analysis]. *Kontrol' Kachestva Produktii*, no. 4, pp. 15-21 (in Russ.).

20. Gorbatova L.D. (2022) [Laboratory capacity management procedure]. *Kontrol' Kachestva Produktii*, no. 11, pp. 31-36 (in Russ.).

## Managing Risks and Opportunities in Metrological Expertise Processes

N.G. Nikolaeva, PhD in Chemistry, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

E.V. Priimak, PhD in Chemistry, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

*The purpose of the study is to identify the risks of the metrological examination process based on the application of quality management methods so as to improve the effectiveness and work out measures for development opportunity management of organizations accredited in the field of ensuring the measurement uniformity. Within the frameworks of the studies, the risks of the metrological examination process of gas supply system documentation were assessed using the process “Forming comments on project documentation” as the riskiest, according to the experts. Using the cause-and-effect diagram, the risks of the studied process and their causes were identified. The root cause identified was “inattention of the expert.” The use of the “bow tie” method allowed building scenarios for the risk event development, and the analysis of these scenarios helped examine the proactive management of the organization’s risks in detail and to specify the types of barriers that reduce the likelihood of a dangerous event. In order to identify the capabilities of organizations accredited in the field of ensuring the measurement uniformity and selecting a development strategy, a strategic planning method known as SWOT analysis was used, and opportunity matrices were created. Since the human factor is the primary cause of risk, strategies for the development of the organization's personnel should be implemented first. Integral assessments of competitiveness and environmental favorability were calculated. Based on these assessments, strategies were developed to respond to threats while addressing identified weaknesses and capitalizing on opportunities. Three types of response strategies have been identified: strengthening (the introduction of new activities in the field of ensuring the unity of measurements), adoption (the development of digital technologies and automation), and use (the attraction of qualified young professionals). Specific measures have been developed for these strategies.*

**Keywords:** risk management, metrological examination, Ishikawa diagram, “bow tie” method, SWOT analysis.

Получено 10.02.2026

#### Образец цитирования

*Николаева Н. Г., Приймак Е. В.* Управление рисками и возможностями процессов метрологической экспертизы // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2026. Т. 29, № 2. С. 4–18. DOI: 10.22213/2413-1172-2026-2-4-18

#### For Citation

Nikolaeva N.G., Priimak E.V. (2026) [Managing Risks and Opportunities in Metrological Expertise Processes]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, vol. 29, no. 2, pp. 4-18. DOI: 10.22213/2413-1172-2026-2-4-18 (in Russ.).