

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 378.14
DOI 10.17513/snt.40766



CC BY 4.0

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ПО МЕТРОЛОГИИ К ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

¹Федоров В. А. ORCID ID 0000-0001-7941-7818,

²Колясникова А. Д. ORCID ID 0009-0006-7242-6475

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Екатеринбург, Российская Федерация;

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный педагогический университет», Екатеринбург, Российская Федерация, e-mail: kolyasnikovaad@mail.ru

В современных условиях конкуренции промышленные производства испытывают необходимость минимизировать риски управленческих решений, влияющих на качество продукции. Одним из ключевых инструментов снижения таких рисков является метрологическая экспертиза, эффективность которой зависит от готовности специалистов по метрологии к экспертно-аналитической деятельности. Целью статьи является выбор и научное обоснование теоретико-методологических подходов, наиболее эффективных для формирования готовности специалистов по метрологии к экспертно-аналитической деятельности. Для анализа были использованы научные публикации и нормативно-правовые акты по вопросам метрологической экспертизы и подготовки специалистов к такому виду трудовых функций. Поиск источников осуществлялся в базах данных eLibrary.ru, «КиберЛенинка», Google Scholar и «Техэксперт». Временной период охвата публикаций составил с 1973 по 2025 г. Первичный поиск выявил 2217 источников. После отбора по релевантности (соответствие теме исследования, научная значимость, актуальность данных) для детального анализа выбрано 75 источников, в итоговый список литературы включено 25 источников. Основными методами исследования стали: теоретический анализ научной литературы, анализ квалификационных требований, синтез и систематизация полученных результатов. Результаты исследования: предложена совокупность теоретико-методологических подходов к формированию готовности специалистов по метрологии к экспертно-аналитической деятельности (контекстный, компетентностный, системный, личностно ориентированный и модульный). Обоснован их выбор с учетом отраслевой специфики метрологической экспертизы как особого вида профессиональной деятельности метрологов в соответствии с актуальными квалификационными требованиями для обеспечения комплексного формирования готовности к экспертно-аналитической деятельности. Заключение: сформулированы ожидаемые результаты применения развивающих принципов этих подходов, позволяющих системно и поэтапно формировать готовность специалистов по метрологии к решению экспертно-аналитических задач.

Ключевые слова: формирование готовности к профессиональной деятельности, экспертно-аналитическая деятельность, специалист по метрологии, методологические подходы

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF DEVELOPING A METROLOGIST'S READINESS FOR EXPERT-ANALYTICAL ACTIVITIES

¹Fedorov V. A. ORCID ID 0000-0001-7941-7818,

²Kolyasnikova A. D. ORCID ID 0009-0006-7242-6475

¹Federal State Autonomous Education of Higher Education «Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin», Yekaterinburg, Russian Federation;

²Federal State Autonomous Education of Higher Education «Ural State Pedagogical University», Yekaterinburg, Russian Federation, e-mail: kolyasnikovaad@mail.ru

In modern competitive conditions, industrial production is experiencing the need to minimize the risks of management decisions affecting product quality. One of the key tools for reducing such risks is metrological expertise, the effectiveness of which depends on the willingness of metrology specialists to carry out expert and analytical activities. The purpose of the article is to select and scientifically substantiate the theoretical and methodological approaches that are most effective for forming the readiness of metrology specialists for expert and analytical activities. Scientific publications and regulatory legal acts on metrological expertise and training of specialists for this type of work functions were used for the analysis. The sources were searched in databases eLibrary.ru, CyberLeninka, Google Scholar and Techexpert. The time period of coverage of publications was 1973-2025. The initial search revealed 2,217 sources. After selection based on relevance (relevance to the research topic, scientific significance, and relevance of the data), 75 sources were selected for detailed analysis, and 25 sources were included in the final list of references. The main research methods were: theoretical analysis of scientific literature, analysis of qualification requirements, synthesis and systematization of the results obtained. Research results: a set

of theoretical and methodological approaches to the formation of the readiness of metrology specialists for expert and analytical work is proposed: contextual, competence-based, systemic, personality-oriented and modular. Their choice is justified taking into account the industry specifics of metrological expertise as a special type of professional activity of metrologists in accordance with current qualification requirements to ensure the comprehensive formation of readiness for expert and analytical activities. Conclusion: the expected results of the application of the developing principles of these approaches are formulated, which make it possible to systematically and step-by-step form the readiness of metrology specialists to solve expert analytical tasks.

Keywords: development of professional activity preparedness, expert-analytical activity, metrology specialist, methodological approaches

Введение

В условиях внешнеэкономических ограничений отечественные предприятия промышленности для обеспечения конкурентоспособности производимых товаров и достижения технологической независимости вынуждены разрабатывать собственные технические решения. Подобные условия деятельности требуют внедрения инновационных технологий, модернизации производства и совершенствования методов управления качеством выпускаемой продукции. Ключевую роль в обеспечении качества играют измерения, поскольку их результаты служат основанием для оценки соответствия продукции нормативным требованиям, принятия решения о допуске товаров в эксплуатацию и управления экономическими показателями предприятия [1; 2]. При этом считается, что метрологические неточности и ошибки, заложенные на ранних этапах проектирования, являются одной из основных причин производственного брака серийно выпускаемых изделий. Важно заметить, что стоимость устранения ошибок, вызванных недостаточной точностью измерений, возрастает десятикратно с каждым последующим этапом разработки и производства [3].

Инструментом контроля достижения объективности полученных измерительных данных, а также своевременного выявления недостаточного уровня метрологической проработки создаваемых изделий является метрологическая экспертиза, включающая анализ технических решений на всех стадиях жизненного цикла продукции, проверку их соответствия законодательным нормам и оценку актуальности применяемых методов и средств измерений в связи с современными тенденциями [4]. Особенно высока значимость метрологической экспертизы в высокотехнологичных отраслях (фармация, нанотехнологии, радиоэлектроника, приборостроение, авиационная и оборонная промышленность), где снижение точности и ошибки измерений могут привести к серьезным экономическим потерям и представлять угрозу для безопасности.

Эффективность метрологической экспертизы напрямую зависит от профессио-

нальной компетентности метрологов. Однако выпускники образовательных программ по направлению «Стандартизация и метрология», которая в том числе ориентирована на требования профессионального стандарта¹, оказываются не готовы к самостоятельному осуществлению трудовых задач, в особенности требующих высокого уровня квалификации, таких как метрологическая экспертиза (Трудовая функция С03/06 «Организация и проведение работ по метрологической экспертизе технической документации и проектов нормативных правовых актов») [5].

Для эффективного осуществления подобного рода деятельности специалист по метрологии должен: обладать глубокими теоретическими знаниями, уметь анализировать сложные технические объекты в контексте метрологического обеспечения, формулировать обоснованные выводы о соответствии объекта исследования установленным требованиям с учетом отраслевых особенностей, а также предлагать пути повышения качества продукции. Однако на практике при решении таких задач метрологи сталкиваются с профессиональными затруднениями, которые обусловлены дефицитом профессионального опыта выпускников, частично формируемого в рамках основных образовательных программ; недостаточностью развития аналитических компетенций (включая анализ состояния метрологического обеспечения и оценку рисков), устареванием знаний нормативно-правовой базы и отсутствием навыков их актуализации; недостаточным учетом отраслевых требований в процессе профессиональной подготовки [6].

Возникает противоречие между потребностью предприятий в высококвалифицированных специалистах по метрологии и реальным уровнем их готовности к осуществлению экспертно-аналитической деятельности.

Цель исследования – систематизировать и обосновать применение комплекса теоретико-методологических подходов к формированию готовности специалистов

¹ ПС 40.012 Профессиональный стандарт. Специалист по метрологии.

по метрологии к экспертно-аналитической деятельности

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие исследовательские задачи:

- проанализировать описанные в научной литературе подходы к подготовке специалистов по метрологии к экспертно-аналитической деятельности;

- выявить и научно обосновать совокупность наиболее значимых теоретико-методологических подходов, для создания педагогической системы эффективного формирования готовности к экспертно-аналитической деятельности специалистов по метрологии.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследования использовалась научная литература по теме исследования и нормативно-правовая база, регламентирующая вопросы организации и проведения метрологической экспертизы. Поиск источников осуществлялся в базах данных eLibrary.ru, «КиберЛенинка» и Google Scholar за период с 1973 по 2025 год. Нормативно-правовое обеспечение осуществлялось посредством справочной системы «Техэксперт». Из 2217 первоначально найденных публикаций для анализа были отобраны 75 наиболее релевантных (соответствие теме исследования, научная значимость, соответствие современным требованиям к подготовке специалистов, методологическая ценность), из которых 25 вошли в итоговый список литературы. Основными методами исследования являлись: теоретический анализ научной литературы и нормативных актов, анализ квалификационных требований к экспертам-метрологам, синтез результатов для определения подходов к формированию готовности специалистов по метрологии к экспертно-аналитической деятельности.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ педагогической литературы по вопросам подготовки метрологов к профессиональной деятельности позволил выявить три наиболее распространенных методологических подхода:

- компетентностный подход занимает центральное место в современной образовательной практике, поскольку ориентирован на формирование профессионала, способного эффективно реализовывать трудовые функции в реальных условиях. Исследователи отмечают его ключевое преимущество – акцент на профессиональной мобильности и готовности специалиста

к непрерывному развитию. Однако, как показывает практика [7], при подготовке метрологов требует конкретизации компетенций с учетом специфики метрологической экспертизы: способность принимать решение в условиях ограничений и нести ответственность за результаты, влияющие на качество продукции;

- системный подход, разработанный в исследовании А. Н. Пронина, Б. Я. Литвинова, М. В. Окрепилова и В. А. Слаева [8], предлагает целостную модель формирования профессиональной компетентности специалистов-метрологов в *системе* непрерывного образования – от общеобразовательной школы до аспирантуры. Это позволяет обеспечить преемственность этапов обучения, интегрировать общие и специальные знания, сформировать комплексное понимание метрологической деятельности. Вместе с тем его реализация требует значительных усилий: согласование образовательных программ различных уровней, взаимодействие между учебными заведениями и работодателями, что не всегда является достижимым на практике;

- деятельностный подход опирается на положение, что знания и умения формируются в процессе деятельности, воспроизводящей логику профессиональных действий, может быть реализован через применение интерактивных методов обучения. Так, А. А. Глуханов, размышляя над методами повышения эффективности обучения метрологов, предлагает моделировать проблемы из реальной профессиональной практики для развития аналитических и коммуникативных навыков [9]. В этом случае представляется возможным формирование практических навыков через имитацию трудовых задач, развитие способности анализировать нестандартные ситуации, повышение мотивации специалистов за счет связи обучения с реальной практикой. Однако эффективность такого подхода во многом зависит от уровня подготовленности непосредственно преподавателей, организующих образовательный процесс, и качества разработанных практических задач.

Однако описанные подходы, как уже было отмечено ранее, рассматривают и показывают эффективность базовой подготовки метрологов, осуществляемой в образовательных организациях высшего образования, и не в полной мере учитывают специфику экспертно-аналитической деятельности специалистов по метрологии, готовность к которой является основным критерием эффективности реализации высококвалифицированных трудовых функций, таких как метрологическая экспертиза.

Готовность к экспертно-аналитической деятельности проявляется в развитой системе мотивов и ценностных ориентаций, направленных на повышение качества продукции, специализированных знаний и практических умений, которые в совокупности позволяют метрологу четко определять объект оценки и критерии качества, осуществлять поиск необходимой для такой оценки информации, выявлять закономерности и метрологические риски, соотносить результаты анализа с целями предприятия и требованиями нормативной документации. В результате специалист по метрологии не просто констатирует выявленные в ходе метрологической экспертизы несоответствия, а предлагает обоснованный план действий по достижению и совершенствованию качества продукции и принимает ответственность за последствия сделанных выводов.

Поскольку решения по результатам метрологической экспертизы влияют на конечное качество продукции, а также на безопасность и эффективность ее эксплуатации, к метрологам, выполняющим такие трудовые функции, предъявляют особые квалификационные требования². Экспертно-аналитическая деятельность специалистов по метрологии характеризуется особенностями, среди которых:

- необходимость владения глубокими профессиональными знаниями, а также знаниями из смежных областей для всестороннего анализа и оценки принятых технических решений;

- высокая степень неопределенности, связанная с необходимостью принятия решений в условиях неполных или противоречивых данных, в особенности в высокотехнологическом секторе экономики;

- постоянное обновление технических и законодательных норм, что требует от специалиста гибкости мышления и способности к быстрой адаптации;

- потребность в системном анализе и оценке процессов метрологического обеспечения в контексте всей производственной системы.

В этой связи, с учетом межотраслевой специфики деятельности метрологов, необходимости опоры на содержание метрологической экспертизы, а также требований к аналитической самостоятельности и профессиональной мобильности метрологов-экспертов, авторами расширены существующие подходы и предложена следующая их совокупность:

- *контекстный подход* – для выявления контекстов профессиональной деятельности

² ПС 40.012 Профессиональный стандарт. Специалист по метрологии.

- метрологов-экспертов и преодоления различий между базовой подготовкой и реальными производственными задачами;

- *компетентностный подход* – для определения ключевых профессиональных компетенций, обеспечивающих соответствие специалистов по метрологии требованиям профессионального стандарта в области экспертно-аналитической деятельности;

- *системный подход* – для формирования целостного восприятия деятельности по метрологическому обеспечению в системе управления качеством и рассмотрения экспертно-аналитической деятельности как части этой системы;

- *лично ориентированный подход* – для развития ценностно-мотивационной основы при формировании готовности к экспертно-аналитической деятельности;

- *модульный подход* – для разработки гибких образовательных программ с учетом персональных образовательных потребностей и отраслевых запросов предприятий.

На основе теоретического анализа научной литературы в таблице сформулированы ожидаемые результаты применения перечисленных подходов.

Обоснование выбора каждого из перечисленных подходов представлено через анализ развивающих их принципов.

Контекстный подход

Ввиду того, что метрология относится к сквозным видам деятельности, требования к знаниям и навыкам метрологов существенно различаются в зависимости от реализуемых трудовых функций³. Для учета этой специфики ведущим определен контекстный подход А. А. Вербицкого, ориентированный на погружение обучающегося в профессионально значимый контекст [10]. Применение контекстного подхода, по мнению авторов, особенно важно при развитии навыков анализа и оценки рисков.

Ключевыми развивающими принципами контекстного подхода для формирования готовности специалистов по метрологии к экспертно-аналитической деятельности являются:

- *принцип педагогического обеспечения личностного включения* студента в учебную деятельность. При осуществлении экспертизы метролог нередко сталкивается с ситуациями, когда нормативно-техническая документация не содержит готового решения. В подобных случаях специалисту необходимо самостоятельно выработать подходы для достижения поставленных целей качества.

³ ГОСТ Р 58971-2020 Требования к экспертам и специалистам. Специалист по метрологическому обеспечению производственной деятельности. Общие требования.

Совокупность методологических подходов формирования готовности к экспертно-аналитической деятельности специалистов по метрологии

Обоснование выбора		Ожидаемые результаты использования
Контекстный подход	Позволяет моделировать реальные профессиональные ситуации при проведении метрологической экспертизы и сформировать самостоятельность в решении поставленных задач в условиях ограничений	- уточнение понятий «экспертно-аналитическая деятельность» и «готовность к экспертно-аналитической деятельности» специалиста по метрологии; - моделирование типовых профессиональных ситуаций (анализ технических решений, интерпретация норм, обоснование сделанных выводов), возникающих в контексте решения задач метрологической экспертизы для накопления профессионального опыта; - создание условий для формирования навыков самостоятельного принятия решений в условиях недостатка данных, экономических, технологических и нормативных ограничений
Компетентный подход	Ориентирован на формирование профессионала, способного самостоятельно и эффективно решать трудовые задачи	- уточнение структуры и содержания компонентов готовности специалистов по метрологии к экспертно-аналитической деятельности; - определение ключевых компетенций, связанных с готовностью специалистов по метрологии к экспертно-аналитической деятельности; - разработка критериев объективной оценки уровня сформированности компетенций для определения исходного состояния готовности и мониторинга образовательного процесса и результатов
Системный подход	Позволяет рассматривать деятельность по метрологическому обеспечению изделий, документации, процессов как целостную систему взаимосвязанных компонентов	- определение связи между нормативными требованиями к квалификации специалистов по метрологии, образовательными результатами и организационными условиями профессиональной подготовки; - выстраивание процесса формирования готовности к экспертно-аналитической деятельности как иерархичной структуры; - обеспечение формирования целостного понимания роли метрологической экспертизы в достижении требуемого уровня качества продукции
Личностно ориентированный подход	Учитывает индивидуальные особенности, потребности, стремления и ценности обучающихся	- формирование и развитие устойчивой мотивации к осуществлению экспертно-аналитической деятельности через осознание личной значимости профессиональной деятельности; - развитие ответственности за решения, принимаемые по результатам метрологической экспертизы; - создание условий для самореализации через принципы рефлексии и творческой деятельности
Модульный подход	Позволяет структурировать содержание образовательных программ с учетом специфических требований условий труда, текущего уровня подготовленности и персональных педагогических запросов	- разработка структурированной образовательной программы, разделенной на модули, каждый из которых направлен на формирование конкретной компетенции; - обеспечение гибкости обучения через варьирование последовательности изучения материала, состава и глубины освоения модуля в соответствии с потребностями конкретного слушателя; - адаптация программ обучения к динамично трансформирующимся отраслевым требованиям в соответствии с актуальными тенденциями в метрологии, изменениями законодательства в области обеспечения единства измерений, а также индивидуальными запросами конкретных предприятий или специалистов

Примечание: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

При этом критически важно анализировать риски, поскольку ошибки экспертных решений, вызванные недостаточным вниманием или формальным подходом к решению задач метрологической экспертизы, могут приводить к угрозам безопасности, снижению экономической эффективности и репутационным потерям предприятий. Применение принципа педагогического обеспечения личностного включения в учебную деятель-

ность позволяет создать условия, при которых обучающийся осознает значимость выбранной профессиональной деятельности, необходимость активного участия в решении задач и ответственность за последствия принятых решений;

- принцип последовательного моделирования целостного содержания, форм и условий профессиональной деятельности. Следует заметить, что экспертно-аналити-

ческая деятельность носит междисциплинарный характер. Для эффективного анализа и оценки, а в особенности для разработки аргументированных предложений по доработке технических решений, специалисту по метрологии требуются знания и опыт за пределами узкоспециализированной метрологической подготовки. В реальных профессиональных ситуациях при проведении экспертизы ожидаемо сложно ориентироваться в большом объеме анализируемой информации в условиях ограниченного времени. Воссоздание реальных профессиональных ситуаций с постепенным наращиванием контекстов в процессе обучения позволяет развить системное мышление и адаптивность;

- *принцип проблемности содержания обучения и процесса его развертывания.* Промышленная деятельность всегда существует в условиях ресурсных и нормативных ограничений, в свою очередь, экспертно-аналитическая деятельность метрологов также нацелена на достижение высокого качества измерительной информации оптимальными методами и средствами. С этих позиций моделирование проблемных ситуаций профессиональной деятельности создает возможность интеграции знаний разных дисциплин для развития навыков выявления проблем, поиска и преодоления противоречий, а также аргументации предлагаемых решений [11]. Тогда проблемные ситуации для целей формирования готовности к экспертно-аналитической деятельности позволяют формировать гибкость мышления через анализ отказов изделий, выявление причин их возникновения и разработку способов их предупреждения.

Компетентностный подход

Необходимость подготовки метролога, способного применять знания и навыки в конкретных профессиональных ситуациях метрологической экспертизы, действовать в условиях неопределенности и сохранять профессиональную мобильность, обуславливает применение компетентностного подхода. А. В. Хуторской развивает теорию компетентностного подхода через интеграцию обучения и практической деятельности, акцентируя внимание на формирование способности к саморазвитию и адаптации в профессиональной среде [12]. Э. Ф. Зеер вносит существенный вклад в понимание компетентностного подхода через призму профессионализации образования, выделяя ключевые компетенции, необходимые для продуктивной деятельности в условиях неопределенности [13, с. 116-119]. В исследованиях И. А. Зимней отмечается необходимость формирования профессиональной

мобильности и готовности к непрерывному развитию в рамках указанного подхода [14]. Ученые сходятся во мнении, что компетентностный подход позволяет формировать профессионально значимые компетенции через практическую деятельность, обеспечивать связь теории и практики, развивать самостоятельность при решении профессиональных задач.

С этих позиций особую ценность представляют:

- *принцип профессиональной направленности* обучения, который подразумевает определение связей между содержанием учебных программ и реальной практической деятельностью. Образовательные программы, в частности программы дополнительной профессиональной подготовки, ввиду уже ранее отмеченного межотраслевого характера метрологии, часто не в полной мере отражают реальные задачи метрологической экспертизы, что приводит к различию между теорией и практикой, снижению мотивации обучающихся и недостаточной их готовностью к самостоятельной реализации трудовых функций [4]. Установление прямых связей между содержанием подготовки и профессиональной деятельностью позволяет поддерживать заинтересованность метрологов в обучении, а также формировать способность применения полученных знаний и навыков в условиях самостоятельной реализации трудовых функций. Интеграция междисциплинарных знаний в программы подготовки метрологов к экспертно-аналитической деятельности существенно обогащает их профессиональную компетентность и повышает эффективность и результативность решений в отношении конечного качества продукции, принимаемых по результатам метрологической экспертизы. Все это в совокупности при разработке содержания образовательных программ помогает определить ключевые компетенции специалиста по метрологии, характеризующие его готовность к экспертно-аналитической деятельности;

- *принцип непрерывного профессионального образования.* Постоянная модернизация нормативных и правовых документов и технологий создает риски устаревания компетенций, потери конкурентоспособности метрологов на рынке труда и их неспособности критически оценивать собственную профессиональную деятельность для преодоления нарастающих различий между актуальными квалификационными требованиями и имеющимися знаниями и навыками. Принцип непрерывного профессионального образования направлен на формирование у специалистов по метро-

логии устойчивой мотивации к профессиональному росту и развитию в целях постоянного совершенствования компетенций, развитию критического мышления и способности к самоанализу и оценки собственных действий. В результате обеспечиваются адаптивность специалистов по метрологии к новым стандартам и методам, способности ориентироваться в них и осваивать новые технологии, поддерживающие их конкурентоспособность на рынке труда.

Системный подход

Системный подход является общенаучным методологическим подходом и широко применяется в различных исследованиях. Существенный вклад внес И. В. Блауберг, разработав методологию исследования объектов как совокупности взаимосвязанных элементов [15, с. 156-173]. С. В. Серикова адаптировала системный подход к педагогическим исследованиям, акцентируя внимание на взаимосвязи компонентов образовательной системы [16]. В. С. Сосуновский и А. И. Загребская развили теоретические основы системного подхода в педагогической науке, предложив методологические инструменты для анализа образовательных систем [17]. Следует отметить, что накопленные метрологом профессионального опыта в узконаправленной деятельности нередко формирует фрагментарное восприятие процессов метрологического обеспечения. С позиции системного подхода метрологическая деятельность, включая метрологическую экспертизу, представляется как целостная система взаимосвязанных компонентов, направленных на достижение общей цели – высокого уровня качества разрабатываемых и производимых товаров [18]. Управление качеством при этом также представляет собой системную задачу.

Ключевые принципы системного подхода, значимые для исследования готовности к экспертно-аналитической деятельности специалистов по метрологии, включают:

- *принцип целостности*. Различие между теоретическими знаниями, практическими навыками, отсутствие связей между нормативными требованиями, средствами и методами метрологической деятельности на практике отражается в неумении метрологов оценивать технические решения, учитывая влияния каждого на конечное качество продукции. Принцип целостности позволяет установить эти взаимосвязи и обеспечить их согласованность в подготовке метрологов к экспертно-аналитической деятельности. При этом формирование готовности к такому виду деятельности рассматривается как единое целое, где все компоненты взаимосвязаны и направлены

на общую цель – формирование готовности через интеграцию теоретических знаний, владений, аналитических навыков в единую систему;

- *принцип иерархичности и принцип структурности*. Недостаточная ясность в представлении метрологами структуры и содержания экспертно-аналитической деятельности, отсутствие представления уровней и взаимосвязи элементов такой деятельности, а также роли каждого из компонентов в общей системе производства создают трудности в оценке влияния отдельных компонентов на конечное качество продукции и выявлении наиболее значимых, требующих особого внимания при решении задач метрологической экспертизы. Принцип иерархичности и принцип структурности позволяют выстроить иерархию компонентов экспертно-аналитической деятельности и определить взаимосвязи, роль и место каждого в управлении качеством продукции. В результате становится возможным принимать обоснованные решения по результатам метрологической экспертизы.

Личностно ориентированный подход

Значительный вклад в развитие личностно ориентированного подхода внесли Е. В. Бондаревская и А. Г. Бергус через разработку культурологической концепции, определяющей ключевые аспекты развития личности специалиста [19]. В. В. Сериков определил теоретическую базу личностно ориентированного образования, сфокусировавшись на проблемах самореализации и саморазвития личности в профессиональной деятельности [20, с. 235-279]. И. В. Ижденева развивает теорию личностно ориентированного подхода в контексте современного образовательного пространства, акцентируя внимание на индивидуальной траектории развития специалиста [21]. Следует отметить, что квалификационная характеристика⁴ метролога-эксперта, помимо требований к уровню теоретических знаний и практических навыков, содержит и личные качества, среди которых: объективность, принципиальность, ответственность, а также способность принимать правильные решения на основании полученных объективных данных. Развитие этих качеств требует формирования осознанного отношения к экспертно-аналитической деятельности, внутренней мотивации эту деятельность осуществлять, понимания личной значимости и вклада в производственный процесс и управление качеством, в частности.

⁴ ГОСТ Р 8.1023-2023 Государственная система обеспечения единства измерений. Эксперт-метролог по метрологической экспертизе технической документации. Общие требования.

Для этих целей выбраны ключевые развивающие принципы личностно ориентированного подхода:

- *принцип самоактуализации и принцип реализации собственного Я.* Восприятие метрологами собственной деятельности как набора формализованных процедур без осознания значимого вклада принимаемых решений в производство и уровня ответственности проявляется в низкой их вовлеченности в деятельность ввиду отсутствия связей между личностной идентичностью и профессиональной ролью, из-за низкого уровня автономности при решении задач метрологической экспертизы. Реализация принципов самоактуализации и реализации собственного Я создает мотивационную основу готовности к экспертно-аналитической деятельности, выражающуюся в осознании личного участия в общем производственном процессе и восприятии процедур по управлению качеством как значимых задач, а также в развитии профессиональной автономности и ответственности в деятельности;

- *принцип рефлексии.* Как показывает практика, при трансформации нормативно-технических условий профессиональной деятельности специалисты по метрологии испытывают трудности с объективной оценкой собственного уровня квалификации, выявлением профессиональных дефицитов, анализом ошибочно принятых решений и поиском путей их устранения и предотвращения. Внедрение принципа рефлексии формирует навык непрерывной самооценки. Это позволяет специалисту выявлять профессиональные затруднения, анализировать расхождения между текущим уровнем квалификации и требуемым, а также находить пути их преодоления [22]. В результате повышается эффективность метрологической экспертизы и обеспечивается востребованность и конкурентное преимущество специалиста по метрологии на рынке труда в ситуации динамично меняющихся условий деятельности;

- *принцип творчества и успеха.* Реализуемые в настоящее время программы дополнительного обучения специалистов по метрологии для их подготовки к экспертно-аналитической деятельности не учитывают специфику деятельности конкретных предприятий, уровень подготовленности каждого из обучающихся и их персональные профессиональные интересы. Подобная ситуация приводит к формальному усвоению знаний, отсутствию интереса к формированию навыков решения нестандартных задач и снижению уровня мотивации и удовлетворенности от деятельности. Реализация принципа творчества и успеха

позволяет направить выбор форм, содержания и способов организации образовательного процесса формирования готовности специалиста к экспертно-аналитической деятельности на развитие творчества и самостоятельности при осуществлении трудовой функции метрологической экспертизы с учетом индивидуальной траектории профессионального развития конкретного специалиста по метрологии с учетом специфики его деятельности и профессиональных интересов.

Модульный подход

Традиционная организация обучения метрологов, в частности в рамках программ дополнительной профессиональной подготовки, как уже было отмечено ранее, не в достаточной мере учитывает различие уровней квалификации, отраслевую специфику деятельности каждого конкретного специалиста и необходимость формировать компетенции для решения конкретных задач экспертизы в реальных условиях производства. В этой связи для преодоления указанных ограничений особую значимость приобретает применение модульного обучения [23; 24], которое представляет собой системную организацию образовательного процесса, позволяющую структурировать содержание подготовки специалистов по метрологии в виде отдельных модулей. Каждый из модулей в этом случае имеет четкие цели и результаты обучения, направлен на формирование и развитие конкретного компонента, составляя структуру экспертно-аналитической деятельности:

- *принцип модульности и принцип гибкости.* Линейно структурированные образовательные программы не позволяют выделять автономные смысловые единицы, соответствующие конкретным компетенциям специалистов по метрологии, комбинировать их в зависимости от уровня базовой подготовленности и профессиональных задач специалистов, обеспечивая поэтапное освоение сложных видов деятельности. Такой подход формирует фрагментарные знания, не позволяет выстраивать индивидуальные образовательные траектории, удовлетворяющие индивидуальным педагогическим запросам. Как итог, для части слушателей изучаемые материалы могут быть слишком простыми или слишком сложными, вследствие чего снижается мотивация и вовлеченность обучающихся ввиду несоответствия содержания обучения реальным производственным задачам. Применение принципа модульности позволяет разделить содержание образовательной программы на законченные смысловые компоненты (модули), комбинация которых позволяет интегрироваться в различные образователь-

ные траектории каждого конкретного специалиста. Принцип гибкости, в свою очередь, обеспечивает адаптацию содержания обучения под уровень теоретической подготовленности слушателей, отраслевую специфику деятельности, в которой метролог реализуется как эксперт, и изменения в нормативно-правовом обеспечении метрологии. Вариативность форм и методов обучения позволяет регулировать темп и уровень освоения каждого из модулей под индивидуальные образовательные потребности специалиста по метрологии [25].

Описанные теоретико-методологические подходы были частично интегрированы в программу повышения квалификации «Метрологическая экспертиза технической документации». Для этого были разработаны задания с использованием сборочных единиц и пошаговых инструкций для отработки первичных навыков экспертизы: слушатели в группах проводили метрологическую экспертизу комплектов конструкторской документации, готовили доклады и участвовали в межгрупповых дискуссиях по результатам работы. По итогам обучения слушатели продемонстрировали улучшение навыков командного взаимодействия, умения осуществлять поиск нормативно-технических документов для формулировки аргументированных выводов, а также системное понимание методологии метрологической экспертизы сборочных единиц. Полученные результаты носят предварительный характер как первая попытка реализации учебно-методических материалов в образовательной практике, демонстрируют потенциал предложенных подходов для дальнейшего совершенствования программы повышения квалификации специалистов по метрологии с целью формирования и развития у них готовности к экспертно-аналитической деятельности.

Заключение

Экспертно-аналитическая деятельность специалистов по метрологии предъявляет повышенные квалификационные требования к подобным специалистам. Специалист по метрологии для реализации подобного вида деятельности должен обладать глубокими техническими знаниями, владеть навыками решения задач метрологической экспертизы, уметь анализировать сложные технические объекты и принимать обоснованные решения в условиях ограничений. Однако в современных исследованиях и экспертных оценках отмечается различие между реальными требованиями к метрологам и уровнем их подготовленности.

В статье представлены результаты теоретического анализа существующих под-

ходов к подготовке метрологов, обосновано применение комплекса теоретико-методологических подходов и развивающих их принципов, обеспечивающих эффективное формирование готовности специалистов по метрологии к экспертно-аналитической деятельности:

- контекстный подход – позволяет определить содержание профессиональной деятельности при проведении метрологической экспертизы и обеспечить связь обучения с реальными производственными задачами (принципы педагогического обеспечения личностного включения студентов в учебную деятельность; последовательного моделирования целостного содержания, форм и условий профессиональной деятельности; проблемности содержания обучения и процесса его развертывания);

- компетентностный подход – способствует выявлению ключевых профессиональных компетенций, необходимых для выполнения трудовых функций в соответствии с требованиями профессионального стандарта (принципы профессиональной направленности обучения; непрерывного профессионального образования);

- системный подход – позволяет установить взаимосвязи экспертно-аналитической деятельности специалистов по метрологии с конечным качеством продукции, сформировать понимание его роли в производственной деятельности (принципы целостности; иерархичности; структурности);

- личностно ориентированный подход – предназначен для формирования ценностно-мотивационной основы экспертно-аналитической деятельности и способствует осознанию личной ответственности за принятые по результатам экспертизы решения (принципы самоактуализации; реализации собственного «Я»; рефлексии; творчества и успеха);

- модульный подход – позволяет обеспечить гибкость образовательных программ, учитывающих специфику деятельности метрологов на предприятиях и их индивидуальные запросы (принципы модульности и гибкости).

Обоснованные подходы и развивающие их принципы необходимы в качестве исходных для продолжения исследования. В частности, для разработки и обоснования структурно-функциональной модели и организационно-педагогических условий формирования готовности специалистов по метрологии к экспертно-аналитической деятельности, создания комплекса учебно-методических материалов для формирования этой готовности и разработки инструментов оценки и мониторинга эффективности процесса подготовки.

Список литературы

1. Гвоздев В. Д. Метрологическая экспертиза в метрологическом обеспечении // Мир измерений. 2024. № 1. С. 38-43. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=63361980> (дата обращения: 17.03.2026).
2. Окрепилов В. В., Пронин А. Н. О совершенствовании учебного процесса и повышении качества подготовки метрологов // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2020. № 4 (63). С. 20-26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45726583> (дата обращения: 25.03.2026).
3. Зимица Е. В., Кайнова В. Н. Роль метрологической экспертизы технической документации в повышении проектного качества продукции // Труды НГТУ им. П. Е. Алексеева. 2015. № 4 (111). С. 186-192. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25655645> (дата обращения: 16.03.2026).
4. Быканов В. В., Булгаков О. Ю., Назаркина А. В., Есакова М. М., Булгаков В. О. Обязательная метрологическая экспертиза технической документации как решение вопроса обеспечения качества разрабатываемых ЭКБ и РЭА // Вестник метролога. 2020. № 2. С. 11-15. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44118447> (дата обращения: 25.03.2026).
5. Гузанов Б. Н., Колясникова А. Д. Профессиональный стандарт – ФГОС – требования работодателей: противоречия и способы их преодоления при подготовке специалистов метрологической службы // Профессиональное образование и рынок труда. 2023. Т. 11. № 4. С. 77-92. URL: <https://portal.ru/articles/1939> (дата обращения: 16.03.2026). DOI: 10.52944/PORT.2023.55.4.004.
6. Исаев Л. К. По страницам прежних публикаций. Специалистов метрологов в России обучается в четыре-пять раз меньше, чем этого требует время // Мир измерений. 2022. № 1. С. 54-55. URL: <https://ria-stk.ru/mi/adetail.php?ID=208632> (дата обращения: 17.03.2026).
7. Владимиров Т. М., Третьяков С. И. Компетентностный подход в разработке собственного образовательного стандарта Северного (Арктического) федерального университета имени М. В. Ломоносова по направлению подготовки магистратуры «Стандартизация и метрология» // Инженерное образование. 2015. № 17. С. 39-44. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24081254> (дата обращения: 15.03.2026).
8. Пронин А. Н., Литвинов Б. Я., Окрепилов М. В., Слаев В. А. Метрологическое образование в России: итоги и перспективы // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16. № 3. С. 63-69. URL: <https://www.rmjournals.ru/jour/article/view/261/211> (дата обращения: 03.03.2026). DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-63-69.
9. Глуханов А. А. Внедрение современных образовательных технологий в практику преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» // Инженерное образование. 2015. № 18. С. 79-82. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25498162> (дата обращения: 15.03.2026).
10. Вербицкий А. А. О категориальном аппарате теории контекстного образования // Высшее образование в России. 2017. № 6. С. 57-67. URL: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/1077/950> (дата обращения: 16.03.2026).
11. Вербицкий А. А. Контекстное обучение в системе дополнительного образования педагога // Нижегородское образование. 2012. № 1. С. 36-42. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontekstnoe-obuchenie-v-sisteme-dopolnitelnogo-obrazovaniya-pedagoga/viewer> (дата обращения: 16.03.2026).
12. Хуторской А. В. Методологические основания применения компетентностного подхода к проектированию образования // Высшее образование в России. 2017. № 12. С. 85-91. URL: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/1228/1047> (дата обращения: 15.03.2026).
13. Заводчиков Д. П., Зеер Э. Ф., Кормильцева М. В., Лопес Е. Г., Мешкова И. В., Мухлынина О. В., Павлова А. М., Сыманков Э. Э. Инновационное профессионально-образовательное пространство человека: монография / Под ред. Э. Ф. Зеера, Д. П. Заводчиков. 2-е изд., стереотип. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2023. 154 с. URL: <https://elar.uspu.ru/handle/ru-uspu/42767>. (дата обращения: 16.03.2026). ISBN: 978-5-8050-0764-5.
14. Зимняя И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Эксперимент и инновации в школе. 2009. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klyuchevye-kompetentsii-novaya-paradigma-rezultata-obrazovaniya> (дата обращения: 16.03.2026).
15. Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода. / под ред. А. Ф. Зотова; Институт истории естествознания и техники; Академия наук СССР. М.: Издательство «Наука», 1973. 272 с. URL: <https://tlf.msk.ru/school/Blauberg.pdf> (дата обращения: 16.03.2026).
16. Серикова Л. В. Системный подход в современных педагогических исследованиях // Вестник Университета Российской академии образования. 2022. № 3. С. 80-86. URL: <https://vestnik-urio.ru/wp-content/uploads/2022/11/аннотации-Вестник-3-2022.pdf> (дата обращения: 03.03.2026). DOI: 10.24412/2072-5833-2022-3-80-86.
17. Сосуновский В. С., Загребская А. И. Теоретико-методологические основы системного подхода в педагогической науке // Вестник Томского государственного университета. 2022. № 476. С. 201-207. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49483867> (дата обращения: 03.03.2026). DOI: 10.17223/15617793/476/22.
18. Литвинов Б. Я., Доронин Д. О., Ноговицын Д. Д., Куприков Н. М. Метрологическое обеспечение производств в Арктической зоне // Компетентность. 2024. № 3. С. 56-59. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metrologicheskoe-obespechenie-proizvodstv-v-arkticheskoy-zone> (дата обращения: 25.03.2026). DOI: 10.24412/1993-8780-2024-3-56-59.
19. Бондаревская Е. В., Бермус А. Г. Теория и практика личностно ориентированного образования // Педагогика. 1996. № 5. С. 14-19. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21850736> (дата обращения: 16.03.2026).
20. Сериков В. В. Развитие личности в образовательном процессе: монография / В. В. Сериков. Москва: Логос, 2012. 448 с. ISBN: 978-5-98704-612-8.
21. Ижденева И. В. Личностно-ориентированный подход в современном образовательном пространстве // Интерактивная наука. 2021. № 8 (63). С. 21-22. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47181063>. (дата обращения: 16.03.2026). DOI: 10.21661/r-554781.
22. Гузанов Б. Н., Колясникова А. Д. Структура и содержание профессионального опыта при становлении специалиста-метролога // Компетентность. 2024. № 5. С. 3-9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-i-soderzhanie-professionalnogo-opyta-pri-stanovlenii-spetsialista-metrologa> (дата обращения: 25.03.2026). DOI: 10.24412/1993-8780-2024-5-03-09.
23. Угрюмов А. С., Тишкина Н. П. Модульные системы обучения как инструмент формирования культуры непрерывного обучения в организации // Дискуссия. 2024. № 8 (129). С. 213-220. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=76988128> (дата обращения: 16.03.2026).
24. Ярыгина Н. А. Модульный подход к обучению в контексте цифровизации образовательных систем // Современное педагогическое образование. 2023. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modulnyy-podhod-k-obucheniyu-v-kontekste-tsifrovizatsii-obrazovatelnyh-sistem> (дата обращения: 16.03.2026).
25. Четкин О. В. Модульная система как основа обучения педагогов использованию беспилотных систем в условиях дополнительного профессионального образования // Проблемы современного педагогического образования. 2024. № 85-4. С. 427-430. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modulnaya-sistema-kak-osnova-obucheniya-pedagogov-ispolzovaniyu-bespilotnyh-sistem-v-usloviyah-dopolnitelnogo-professionalnogo> (дата обращения: 25.03.2026).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.