

DOI: 10.20913/2224-1841-2025-3-11

УДК 378.14

Оригинальная научная статья

Последипломное повышение квалификации экспертов-метрологов с использованием технологии профессиональной рефлексии

Б. Н. Гузанов

*Российский государственный профессионально-педагогический университет
Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: guzanov_bn@mail.ru*

А. Д. Колясникова

*Российский государственный профессионально-педагогический университет
Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: kolyasnikovaad@mail.ru*

Аннотация. *Введение.* В настоящее время широким фронтом идет техническое перевооружение промышленных предприятий, направленное на выпуск надежной, наукоемкой продукции, отвечающей высоким нормативно-техническим требованиям, международным стандартам качества и запросам потребителей. Освоение и эффективное применение подобного высокотехнологичного оборудования предъявляет повышенные требования к специалистам, готовым и способным принимать активное и квалифицированное участие в такого рода инжиниринговой деятельности. В частности, особо обозначилась проблема уровня подготовки высококвалифицированных экспертов-метрологов, отвечающих за оценку принимаемых в процессе проектирования технических решений, связанных с достижением требуемого уровня качества продукции. *Постановка задачи.* В связи с этим цель исследования заключалась в обосновании применения технологий профессиональной рефлексии при повышении квалификации метрологов с целью их подготовки к экспертной деятельности. *Методика и методология исследования.* При подготовке материалов статьи был использован ряд теоретических методов исследования, включающий анализ предметной области, контент-анализ научных публикаций. *Результаты.* В статье рассмотрены основные рефлексивные технологии обучения, способствующие профессиональному становлению экспертов-метрологов, показано их влияние на развитие критического мышления, навыков самостоятельного обоснованного принятия решений в контексте динамично меняющихся требований отрасли. *Выводы.* Полученные результаты стали основой для разработки рекомендаций по совершенствованию образовательных программ с применением технологий профессиональной рефлексии, что, в свою очередь, может оказать позитивное влияние на уровень подготовки экспертов-метрологов, способных отвечать вызовам современных производств.

Ключевые слова: профессиональная рефлексия, рефлексивные технологии, рефлексия, повышение квалификации, эксперт-метролог

Для цитирования: Гузанов Б. Н., Колясникова А. Д. Последипломное повышение квалификации экспертов-метрологов с использованием технологии профессиональной рефлексии // Профессиональное образование в современном мире. 2025. Т. 15, № 3. С. 543–552. DOI: <https://doi.org/10.20913/2224-1841-2025-3-11>

DOI: 10.20913/2224-1841-2025-3-11
Full Article

Postgraduate training of metrology experts using technology of professional reflection

Guzanov, B. N.

*Russian State Professional Pedagogical University
Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: guzanov_bn@mail.ru*

Kolyasnikova, A. D.

*Russian State Professional Pedagogical University
Yekaterinburg, Russian Federation
e-mail: kolyasnikovaad@mail.ru*

Abstract. *Introduction.* The technical upgrading of industrial enterprises is currently being undertaken on a broad front, aimed at producing reliable, knowledge-intensive products that meet high regulatory and technical requirements, international quality standards and consumer demands. The development and effective use of such high-tech equipment places high demands on professionals who are willing and able to take active and qualified part in this kind of engineering activities. In particular, the level of training of highly qualified metrologists responsible for evaluating design-related technical solutions to achieve the required quality of products was highlighted. *Purpose setting.* Therefore, the aim of the study was to justify the application of professional reflection technologies in the improvement of the skills of metrologists with a view to preparing them for expert activities. *Methodology and methodology of the study.* When preparing the data of the article a number of theoretical methods of research were used, including analysis of subject area, content-analysis of scientific publications. *Results.* The article considers the main reflexive learning technologies that contribute to the professional development of metrology experts, shows their influence on the development of critical thinking, ability to make informed decisions independently in the context of dynamically changing industry requirements. *Conclusion.* The results obtained have become the main basis for developing recommendations to improve educational programs using technologies of professional reflection, which in turn can have a positive impact on the level of metrology experts who can respond to the challenges of modern production.

Keywords: professional reflection, reflective technologies, reflection, advanced training, metrology experts

Citation: Guzanov, B. N., Kolyasnikova, A. D. [Postgraduate training of metrology experts using technology of professional reflection]. *Professional education in the modern world*, 2025, vol. 15, no. 3, pp. 543–552. DOI: <https://doi.org/10.20913/2224-1841-2025-3-11>

Введение. В условиях динамичного развития высоких технологий и модернизации производственного оборудования современных предприятий точные измерения становятся одним из главных факторов обеспечения качества выпускаемой продукции. Критически важным является наличие надежных данных о техническом состоянии применяемых сложных технологических систем для поддержания их работоспособности, обеспечения долговечности и безопасности эксплуатации. Недостовверная или в недостаточной степени точная измерительная информация, несвоевременная или некорректная интерпретация результатов диагностики технических объектов повышают вероятность наступления негативных последствий, проявляющихся в необоснованных затратах, раннем выходе из строя дорогостоящего оборудования и даже техногенных

катастрофах [1; 2]. В этой связи в настоящее время на всех этапах жизненного цикла продукции все большее внимание уделяется процедурам по снижению рисков, связанных с недостаточным качеством измерительной информации, в целях повышения надежности и безопасности выпускаемых изделий, а также формирования доверия со стороны потребителей. Восстанавливается понимание, что метрологическая служба, деятельность которой сосредоточена на достижении единства и требуемой точности измерений, является ключевым звеном системы управления качеством [3].

Одним из элементов инфраструктуры менеджмента качества, обеспечивающим снижение вероятности проявления рисков, связанных с применением недостоверных методов, средств и способов получения измерительной информации,

является метрологическая экспертиза, реализуемая на каждом этапе выпуска изделий. Метрологическая экспертиза представляет собой особый вид деятельности специалистов по метрологии, направленный на детальное исследование, анализ и оценку принятых при разработке, производстве и испытаниях продукции технических решений, в целях поиска наиболее рациональных вариантов, способствующих повышению ее надежности и эффективности применения [4].

Такое участие метрологов в процессах проектирования и производства имеет важнейшее значение для достижения требуемого уровня качества изделий, поскольку позволяет своевременно выявлять ошибочные, устаревшие и недостаточно обоснованные решения в области метрологии, прогнозировать возможные последствия таких решений, предотвращать или снижать негативные эффекты, связанные с качеством измерительной информации. Подобная экспертная деятельность предъявляет повышенные требования к уровню знаний и умений специалиста по метрологии, наличию практического опыта, а также морально-этических профессионально значимых для эксперта-метролога качеств, необходимых для осуществления глубокого анализа объекта экспертизы и выработки на основе этого анализа аргументированных предложений по улучшению качества производимой продукции [5].

В последние годы, как показано в работах [6; 7], особую значимость приобретает способность метрологов участвовать в достижении требуемой точности и достоверности измерений на фоне интенсивного развития цифровых технологий. При этом отмечается, что цифровая трансформация метрологии, нацеленная по поддержке технологического прогресса экономики страны, значительно усложняет как сами объекты измерения, так и соответствующие измерительные системы. Все это требует от специалистов-экспертов не только углубленных предметных знаний в метрологии, но и освоения принципиально новых подходов к работе с компьютеризированными измерительными системами, а также к оцениванию качества измерительной информации, получаемой с помощью такого рода технологий [8]. В этом контексте становится очевидным, что постоянное профессиональное развитие и регулярное повышение квалификации для эксперта-метролога является не просто желаемым, но необходимым условием для того, чтобы эффективно осуществлять трудовую деятельность и сохранять свою ценность на конкурентном рынке труда.

Постановка задачи. Цель исследования – определить ключевые компетенции, способствующие эффективному развитию профессионально значимых качеств метрологов для осуществления экспертной деятельности и обосновать значимость

применения технологий рефлексивного обучения в программах постдипломного повышения квалификации экспертов-метрологов.

Методика и методология исследования.

Для достижения поставленной цели были использованы теоретические методы исследования, включающие анализ научных публикаций, монографий и нормативных документов, что позволило выявить наиболее распространенные тенденции по заявленной тематике и сформировать собственные рекомендации по совершенствованию программ повышения квалификации экспертов-метрологов.

Результаты. В последние годы сформировалась устойчивая тенденция разработки и проектирования специальных программ инженерного образования, обладающих повышенной универсальностью структуры подготовки специалистов. Характерной особенностью подобных программ становится необходимость приобретения новых знаний, формирования и развития соответствующих умений и навыков в рамках заявленных компетенций в процессе самообразования на постоянной основе, а также повышения квалификации как результата собственной самореализации. Как показано в ряде работ [9–11], подобная модернизация высшего образования обусловлена необходимостью подготовки высококвалифицированных специалистов, способных адаптироваться к новым видам профессиональной деятельности в соответствии с установленными к ним требованиями. При этом авторы отмечают, что такую подготовку специалистов можно обеспечить введением в образовательный процесс системы непрерывного образования.

В частности, в этих работах подчеркивается, что непрерывное образование представляет собой объемное многофакторное явление, направленное на обновление профессионально значимых знаний, умений и навыков, а также личностных качеств специалиста и заключается в развитии самостоятельности, целеустремленности и ответственности, в укреплении способности адаптироваться к преобразованиям, происходящим в экономике, культуре общества в целом, а также профессиональной жизни. В целом непрерывное образование следует рассматривать как единый процесс, состоящий из последовательно следующих друг за другом ступеней специально организованной учебной деятельности, которая должна решать проблему отставания образования на всех уровнях профессиональной подготовки: от начальной до послевузовской [12].

Для метрологов обязательность следования принципу непрерывного образования не только обусловлена потребностью в постоянном развитии своей профессиональной компетентности, но и закреплена в официальной документации, регулирующей требования к специалистам, способных

осуществлять метрологическую экспертизу. В нормативных актах установлено, что эксперт-метролог обязан регулярно повышать свою квалификацию, как правило, в форме дополнительного профессионального образования, в рамках которого лица, имеющие или получающие квалификацию, могут совершенствовать имеющиеся компетенции или осваивать новые, необходимые для профессиональной деятельности [13; 14]. Однако здесь необходимо учитывать, что формально осуществлять экспертизу разрабатываемой и выпускаемой предприятиями продукции может специалист по метрологии с высшим образованием и достаточным опытом решения задач метрологического обеспечения, поэтому в данном случае особое внимание должно быть уделено повышению квалификации дипломированных специалистов с целью формирования и развития профессионально значимых для подобной деятельности качеств.

В большинстве работ [15–18] повышение квалификации современных специалистов различных сфер деятельности после получения диплома с целью преодоления недостаточности для реальных условий труда базовой профессиональной подготовки рассматривается как инструмент развития компетентности специалиста посредством обогащения передового профессионального опыта и восполнения недостатка знаний и навыков, образующегося вследствие пересмотра требований к должностям и развития технологий. Принимая во внимание описанные в педагогической литературе подходы к интерпретации сущности повышения квалификации, а также установленные законодательством цели для форм подобного дополнительного профессионального образования, под последипломным повышением квалификации экспертов-метрологов будем понимать процесс систематического совершенствования и актуализации знаний, навыков и компетенций в области метрологии, полученных в ходе освоения основной образовательной программы, направленной на формирование и развитие профессионально значимых для осуществления экспертной деятельности компетенций, адаптивности к постоянно меняющимся требованиям рынка труда и технологическим достижениям, обогащение профессионального опыта и повышение общей профессиональной компетентности.

Одним из ключевых элементов профессионализма эксперта-метролога является профессиональный опыт, который, как было показано в [19], формируется в результате системного личностного образования в процессе творческого самостоятельного решения трудовых задач в целях достижения единства и требуемой точности измерений при осуществлении профессиональной деятельности. Именно наличие профессионального опыта отличает метролога, способного заниматься аналити-

ческой деятельностью, от молодого специалиста, пусть даже идеально подготовленного теоретически. Для успешной экспертной деятельности инженеру-метрологу недостаточно только знаний и навыков в области метрологии. Важными качествами становятся гибкость мышления, способность критически анализировать рабочие ситуации, творчески и самостоятельно находить пути преодоления профессиональных затруднений в поиске оптимальных решений в условиях ограничений, связанных с технологиями, законодательством и доступными ресурсами. Кроме того, необходимо понимать последствия своих действий, отслеживать и оценивать результаты принятых решений, интегрировать результаты такой оценки в свою дальнейшую работу. Другими словами, эксперт-метролог, сталкиваясь в своей работе с множеством трудностей и ограничений, становится не просто исполнителем, но творцом своей профессиональной активности, обогащая собственный опыт через решение профессиональных затруднений, вырабатывая новые нормы деятельности, соответствующие современным требованиям и вызовам профессии.

Со способностью творчески подходить к своей деятельности, развитием навыков самостоятельной постановки и решения проблем, обогащением профессионального и личностного опыта связывают понятие рефлексии. Рефлексия в настоящее время рассматривается как ключевой компонент социально-психологической компетенции, позволяющий анализировать и оценивать собственные действия и опыт, служащий фундаментом решения мыслительных задач, выступая в качестве инструмента, способствующего более глубокому пониманию сути возникающих проблемных ситуаций и формированию новых подходов к их разрешению [20; 21]. Многообразие применяемых в научной литературе терминов, трактующих понятие рефлексии в психологии, акмеологии и педагогике на основе принципа трансдисциплинарности в зависимости от объекта и предмета исследования для наглядности представлено в виде облака слов (рис. 1).

В контексте профессиональной деятельности исследователи рассматривают рефлексию как особый тип мышления специалиста, в котором личностная рефлексия служит средством и способом осмысления своей деятельности и ее результатов в целях поиска новой нормы, позволяющей выйти из профессионального затруднения в целях собственного развития и интересов других людей, а также разрешения возникающих трудностей [22–24]. В этих работах профессиональная рефлексия представляет собой процесс соотнесения собственных профессиональных возможностей в контексте постоянно изменяющихся требований к профессии и ожиданий от специалиста и является основной задачей повышения квалификации взрослых.

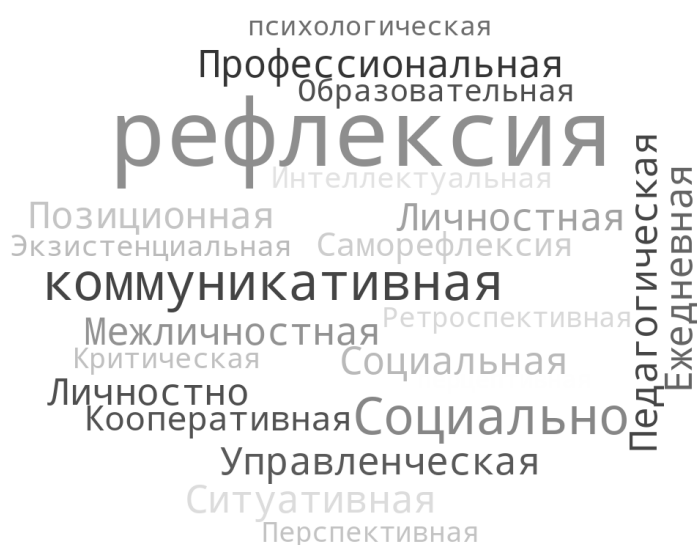


Рис 1. Облако слов, связанных с определением видов и типов рефлексии, встречающихся в психолого-педагогической литературе

Fig. 1. Word cloud associated with the definition of types and kinds of reflection found in psychological and pedagogical literature

С этих позиций одним из путей модернизации последипломного образовательного пространства повышения квалификации можно считать разработку дополнительных образовательных программ, основанных на принципах развития педагогической рефлексии, которые находятся в единстве и взаимосвязи с личностной саморегуляцией и самооценкой работником собственной профессиональной деятельности. Как показано в работе [25], по отношению к содержанию образования педагогическая рефлексия проявляется в выборе целей и методов организации процесса новых целей и методов организации процесса повышения квалификации, в том числе в условиях самообразования.

В нашем случае при дополнительной профессиональной подготовке экспертов-метрологов технологии профессиональной рефлексии должны быть направлены на осмысление, анализ и систематизацию их профессиональных действий, практик и опыта, позволяющие углублять понимание собственной деятельности, оценивать ее эффективность и выявлять области для развития. Основная задача данных технологий заключается не только в углублении индивидуальных профессиональных компетенций, но и в поддержке развития личностного роста и повышения профессионального мастерства экспертов-метрологов с использованием жизненного опыта обучающихся: бытового, социального и профессионального [26]. Можно сказать, что современные педагогические подходы, получившие широкое распространение в сферах профессионального образования и повышения квалификации взрослых в целом обладают свойствами

рефлексивности, поскольку предполагают активное вовлечение в учебный процесс и побуждают осмысление полученных результатов и собственных действий. Многообразие технологий, способствующих развитию профессиональной рефлексии, применимых в инженерной педагогике, представлены на рисунке 2.

Анализ представленных педагогических моделей рефлексивного обучения позволяет заключить, что для метрологов с целью формирования их готовности к экспертной деятельности наибольший потенциал имеют следующие технологии:

- кейс-метод (ситуационное обучение), предполагающий моделирование проблемных ситуаций и предложение всех возможных вариантов решения с последующим аргументированным выбором наилучшего в процессе совместного обсуждения рабочей группой [27; 28];

- рефлексивные практикумы, обеспечивающие развитие навыков решения поставленных задач в процессе коллективного взаимодействия в проблемном поле, соотносимом с актуальным профессиональным опытом обучающихся [29; 30].

- технология проектного обучения, реализующая логику проектной деятельности, побуждающая специалистов к критическому мышлению и поиску нестандартных решений проблемных ситуаций, возникающих в процессе проектирования [5; 31];

- разноуровневое обучение или дифференцированное обучение, основанное на индивидуальном подходе, учитывающем персональный опыт и уровень подготовки обучающихся, что позволяет создавать оптимальные условия обучения различных категорий слушателей, повышать

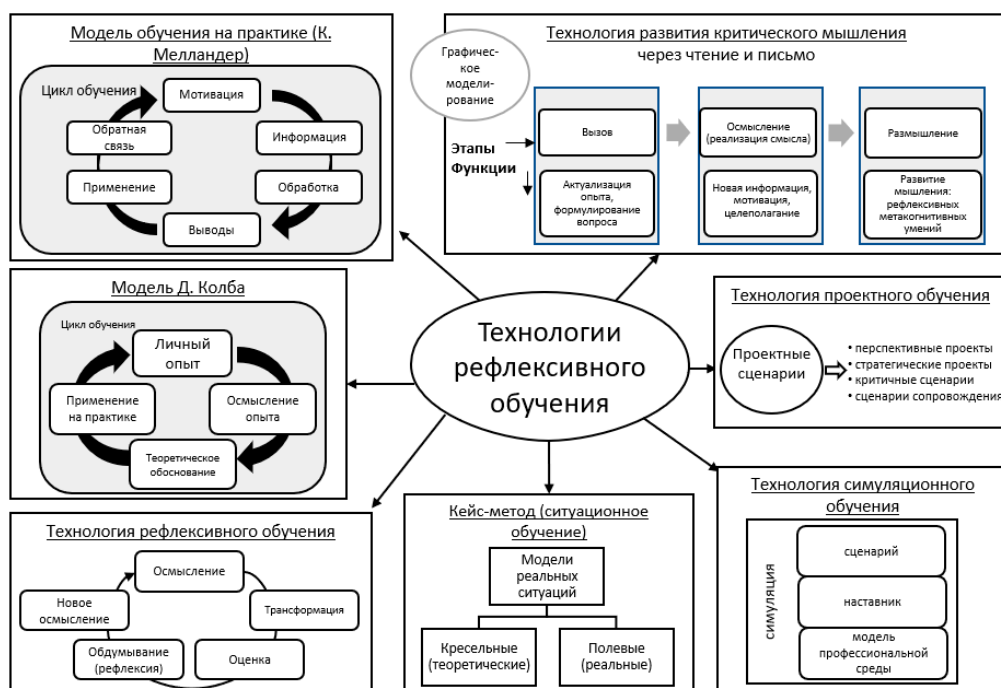


Рис. 2. Модели технологий рефлексивного обучения в инженерной педагогике
Fig. 2. Models of reflective learning technologies in engineering pedagogy

их заинтересованность и дополнять имеющиеся знания и профессиональный опыт недостающими элементами для успешного осуществления экспертной деятельности [32].

Применение в рамках подобного подхода *уровневых заданий* способствует более эффективному обогащению профессионального опыта экспертов-метрологов через постепенное усложнение поставленных задач, позволяющее сформировать собственный комплекс методов и средств их решений и перейти на уровень интеллектуального творчества. Наиболее часто выделяют следующие уровни задач [33]:

а) задачи на воспроизведение (задачи первого уровня), реализующие принцип повторения известного алгоритма на основе изученного теоретического материала;

б) задачи на логическое мышление (задачи второго уровня), позволяющие найти решение путем выполнения логических действий с уже известными понятиями, математическими операторами, формулами и т. д.;

в) задачи на творческое мышление (задачи третьего уровня), позволяющие сформировать навык формулирования проблемы, поиска путей ее решения в затруднительной ситуации в условиях неизвестного ранее способа осуществления профессиональной деятельности, самооценки полученных результатов и определения путей для персонального развития.

Перечисленные технологии, стимулирующие формирование и развитие профессиональной

рефлексии, могут значительно повысить уровень подготовки метрологов к экспертной деятельности за счет повышения вовлеченности в образовательный процесс, стимулирования познавательного интереса и мотивации обучающихся, апеллируя к их профессиональному опыту. Однако интеграция рефлексивных технологий в программы повышения квалификации экспертов-метрологов требует от образовательных организаций глубокого понимания потребностей обучающихся и готовности адаптировать образовательные методы под конкретные группы. Как отмечается в [23], наибольшая эффективность применения рефлексивных технологий в обучении взрослых достигается при групповых формах работы. Тем не менее комбинация различных технологий может оказаться наиболее предпочтительным вариантом для развития профессионально-значимых качеств эксперта-метролога, способного адаптироваться к быстро меняющимся условиям трудовой деятельности.

Программы повышения квалификации экспертов-метрологов необходимо разрабатывать таким образом, чтобы они выстраивали последовательную структуру образовательного процесса через применение рефлексивных технологий. Начальную стадию обучения следует сосредоточить на формировании аналитической компетентности специалистов, позволяя им углублять предметные знания в той области, в которой они осуществляют экспертную деятельность, и развивать аналитические навыки и способность самостоятельно принимать решения на основе имеющихся данных. Решение

этих задач может быть достигнуто с применением *кейс-метода*, создающего возможности для анализа различных ситуаций и современных проблем метрологии, развивая критическое мышление.

На втором этапе необходимо стимулировать развитие рефлексии, способствующей осмыслению полученных знаний и умений, формированию навыков анализа собственных действий и обоснованности принимаемых решений, а также оценивания степени влияния последствий подобных решений на конечный результат проектирования. На этом этапе наиболее эффективными могут быть дискуссионные *рефлексивные практикумы и метод проектов*, способствующие активному вовлечению в процесс обучения в коммуникации, развитию навыков взаимодействия, осознания своей роли в достижении поставленных задач и формированию ответственного и внимательного отношения к собственной профессиональной деятельности.

Третий этап повышения квалификации экспертов-метрологов необходимо направлять на формирование профессионального опыта, который проявляется в способности решать задачи различного уровня. При разработке программ повышения квалификации на этом этапе необходимо уделить особое внимание созданию условий для активного применения знаний и умений, полученных на предыдущих стадиях. *Разноуровневое обучение* в этом случае может быть наиболее эффективной технологией для достижения поставленной педагогической цели. Целесообразно также привлечь инструменты, позволяющие индивидуально отслеживать прогресс каждого из участников и предоставлять обратную связь, что способствует более глубокому осмыслению и интеграции полученного опыта, а также определению путей

и способов дальнейшего развития и совершенствования профессионализма экспертов-метрологов. Командная работа в этом случае может служить дополнительным средством обогащения профессионального опыта, особенно в случае, когда группа слушателей включает метрологов из различных областей измерений.

Выводы. Применение технологий профессиональной рефлексии в педагогической практике позволяет достигать индивидуальных образовательных целей каждого конкретного специалиста по метрологии, основываясь на его профессиональном и личностном опыте с учетом персональных особенностей и специфических потребностей. Формирование навыка систематически анализировать собственные действия, осмысливать полученный опыт и применять его в будущей практике способствует активному развитию профессионализма метрологов и позволяет адаптироваться к быстро меняющимся условиям труда. Персонализированный подход, реализуемый с помощью подобного рода технологий обучения, позволяет создать условия для индивидуального развития в целях становления высококвалифицированного профессионала, готового отвечать современным потребностям общества. Таким образом, внедрение технологий профессиональной рефлексии в программы последипломного повышения квалификации экспертов-метрологов является необходимым условием для формирования специалистов, способных эффективно решать трудовые задачи, справляясь с профессиональными вызовами, сохраняя востребованность и конкурентоспособность на динамично изменяющемся рынке труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Olu-lawal K. A. et al. The role of precision metrology in enhancing manufacturing quality: a comprehensive review // Engineering Science & Technology Journal. 2024. Vol. 5, № 3. P. 728–739.
2. Колесников Н. А., Анисимов Э. А. Анализ деятельности метрологической службы в системе менеджмента качества предприятия // Синергия наук. 2018. № 22. С. 763–768.
3. Шевченко А. К. Роль измерений и значение метрологии в управлении качеством продукции // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова, посвященная 165-летию В. Г. Шухова (Белгород, 01–20 мая 2018 г.). Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. С. 5110–5114.
4. Быканов В. В., Булгаков О. Ю., Назаркина О. Ю. [и др.]. Обязательная метрологическая экспертиза технической документации как решение вопроса обеспечения качества разрабатываемых ЭКБ и РЭА // Вестник метролога. 2020. № 2. С. 11–15.
5. Гузанов Б. Н., Колясникова А. Д. Аналитическая компетентность эксперта метрологической службы: существенные характеристики и пути формирования // Проблемы современного педагогического образования. 2024. № 83-2. С. 97–100.
6. Toro F. G., Lehmann H. Brief overview of the future of metrology // Measurement: Sensors. 2021. Vol. 18. P. 100306.
7. Коновалов Н. Н., Копытов С. Г., Быстрова Н. А. Метрология, стандартизация, цифровизация. Вызовы четвертой промышленной революции, 2019, апрель – июнь. Территория NDT. Деловая программа форума «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика». URL: <https://constanta.ru/biblioteka/publikatsii/KC%20метрология-ВА.pdf> (дата обращения: 01.12.2024).

8. Сатторов Д. Н., Матякубова П. М. Основные понятия метрологии цифровых измерений // Компетентность. 2020. № 9–10. С. 60–67.
9. Сорвачева И. Д. Самообразование и непрерывное образование педагога как фактор успешности профессионального развития // Гуманитарно-педагогическое образование. 2021. Т. 7, № 1. С. 131–135.
10. Ширяева В. А. Непрерывное образование: исторические аспекты и современное состояние проблемы // Ученые записки Педагогического института СГУ им. Н. Г. Чернышевского. Серия: Психология. Педагогика. 2010. № 3. С. 96–108.
11. Юрьев Д. Ю., Плотникова А. Ю. Понятие «непрерывное образование» и понятие «пост-дипломное образование»: общее и различное // Глобальный научный потенциал. 2024. № 6 (159). С. 200–203.
12. Жуковская З. Д., Квасова Л. В., Фролов В. Н. О концепции непрерывного образования // Высшее образование сегодня. 2007. № 8. С. 12–17.
13. ГОСТ Р 8.1023–2023 Государственная система обеспечения единства измерений. Эксперт-метролог по метрологической экспертизе технической документации. Введ. 2023-10-01. Москва: Стандартинформ. 2023. 12 с.
14. РМГ 63-2003. Государственная система обеспечения единства измерений. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации. Введ. 2005-01-01. Москва: Стандартинформ. 2003. 16 с.
15. Борисова О. Н., Сизинцева Н. А. Специфика организации процесса повышения квалификации работников предприятия // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. 2018. № 1 (37). С. 20–29.
16. Денисенко С. А., Иванов В. Ю., Исаев Л. К. О подготовке и сертификации инженеров в качестве экспертов-метрологов // Компетентность. 2023. № 7. С. 22–27.
17. Иванов В. Ю. Эксперт-метролог - профессиональный статус специалиста в области обеспечения единства измерений // Главный метролог. 2019. № 2 (107). С. 26–31.
18. Соляник А. И., Новиков В. А. Эффективная система непрерывного повышения компетентности специалистов-метрологов // Компетентность. 2021. № 1. С. 6–11.
19. Гузанов Б. Н., Колясникова А. Д. Структура и содержание профессионального опыта при становлении специалиста-метролога // Компетентность / Competency (Russia). 2024. № 5. С. 3–9.
20. Муштавинская И. В. Современные подходы к повышению квалификации: рефлексивные технологии // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2011. № 4-1. С. 25–30.
21. Smith E. Teaching critical reflection // Teaching in higher education. 2011. Vol. 16, №. 2. P. 211–223.
22. Бизяева А. А. Психология думающего учителя: педагогическая рефлексия – Псков: ПГПИ им. С. М. Кирова, 2004. 216 с.
23. Чупина В. А., Федосенко О. А. Теория и практика профессиональной педагогической рефлексии: монография. Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2019. 199 с.
24. Feucht F. C., Lunn Brownlee J., Schraw G. Moving beyond reflection: Reflexivity and epistemic cognition in teaching and teacher education // Educational Psychologist. 2017. Vol. 52, №. 4. P. 234–241.
25. Кулюткин Ю. Н., Муштавинская И. В. Педагогическая рефлексия в образовательной деятельности взрослых // Новые знания. 2001. № 4. С. 7–9.
26. Метаева В. А. Профессиональная рефлексия в последипломном образовании: учеб. пособие. Екатеринбург: РГППУ, 2005. 85 с.
27. Поникарова И. Н., Васильева Л. М. Использование интерактивных технологий в инженерной подготовке // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 15. С. 258–259.
28. Yadav A., Shaver G. M., Meckl P. Lessons learned: Implementing the case teaching method in a mechanical engineering course // Journal of Engineering Education. 2010. Vol. 99, №. 1. P. 55–69.
29. Ваганова О. И., Гладкова М. Н., Кутепова Л. И. Современные рефлексивные технологии обучения // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2021. Т. 10, № 2 (35). С. 62–64.
30. Метаева В. А. Рефлексивный метод в дидактике: постановка проблемы // Образование и наука. Известия УрО РАО. 2005. № 2 (32). С. 9–18.
31. Ревякина И. И., Белкина В. Н. Рефлексивные методы обучения в профессиональной школе // Ярославский педагогический вестник. 2012. № 2. С. 210–214.
32. Рыжкова И. В., Щербакова Н. А. Практика и специфика дифференцированного подхода в обучении на практических занятиях в техническом вузе // Экономические и гуманитарные исследования регионов. 2024. № 2. С. 50–53.
33. Пашина С. М., Реука Р. Ю. Использование разноуровневых задач по дисциплине «Техническая механика» как средства развития творческого мышления учащихся колледжа // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2008. № 3 (9). С. 59–65.

REFERENCES

1. Olu-lawal K. A. et al. The role of precision metrology in enhancing manufacturing quality: a comprehensive review. *Engineering Science & Technology Journal*, 2024, vol. 5, no. 3, pp. 728–739.
2. Kolesnikov N. A., Anisimov E. A. Analysis of the metrological service in the system of enterprise quality management. *Science Synergy*, 2018, no. 22, pp. 763–768. (In Russ.)
3. Shevchenko A. K. The Role of Measurements and the Importance of Metrology in Product Quality Management. *International Scientific and Technical Conference of Young Scientists of BSTU named after V. G. Shukhov: Dedicated to the 165th Anniversary of V. G. Shukhov*. Belgorod, 2018, pp. 5110–5114. (In Russ.)
4. Bykanov V. V., Bulgakov O. Y., Nazarkina A. V., et al. Mandatory Metrological Examination of Technical Documentation as a Solution to Ensuring the Quality of Developed Electronic Components and Radio Electronic Equipment. *Herald of Metrology*, 2020, no. 2, pp. 11–15. (In Russ.)
5. Guzanov B. N., Kolyasnikova A. D. Analytical Competence of a Metrological Service Expert: Essential Characteristics and Formation Pathways. *Problems of Modern Pedagogical Education*, 2024, no. 83-2, pp. 97–100. (In Russ.)
6. Toro F. G., Lehmann H. Brief overview of the future of metrology. *Measurement: Sensors*, 2021, vol. 18, pp. 100306.
7. Konovalov N. N., Kopytov S. G., Bystrova N. A. Metrology, standardization, digitalization: Challenges of the fourth industrial revolution. *Territory NDT. Business program of the forum «Territory NDT. Non-destructive testing. Testing. Diagnostics»*. 2019. URL: <https://constanta.ru/biblioteka/publikatsii/KC%20метрология-ВА.pdf>. (accessed 12.01.2024). (In Russ.)
8. Sattorov D. N., Matyakubova P. M. Basic concepts of digital measurement metrology. *Competency*, 2020, no. 9–10, pp. 60–67. (In Russ.)
9. Sorvacheva I. D. Self-education and continuing education of a teacher as a factor in the success of professional development. *Humanitarian and pedagogical education*, 2021, vol. 7, no. 1, pp. 131–135. (In Russ.)
10. Shiryayeva V. A. Continuing education: historical aspects and current state of the problem. *Bulletin of Saratov university. New. ser. Ser. Acmeology of education. Developmental psychology*, 2010, vol. 3, pp. 69–76. (In Russ.)
11. Yuryev, D. Yu., Plotnikova, V. Yu. The concept of “lifelong education” and the concept of “postgraduate education”: Commonalities and differences. *Global Scientific Potential*, 2024, no. 6 (159), pp. 200–203. (In Russ.)
12. Zhukovskaya, Z. D., Kvasova, L. V., Frolov, V. N. (2007). On the concept of lifelong education. *Higher Education Today*, 2007, no. 8, pp. 12–17. (In Russ.)
13. *GOST R 8.1023–2023. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Metrology Expert for Metrological Examination of Technical Documentation*. Introduced 2023-10-01. Moscow, Standartinform Publ., 2023, 12 p. (In Russ.)
14. *RMG 63-2003. State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Recommendations for Interstate Standardization. Ensuring the Effectiveness of Measurements in Process Control. Metrological Examination of Technical Documentation*. Introduced 2005-01-01. Moscow, Standartinform Publ., 2003, 16 p. (In Russ.)
15. Borisova O. N., Sizintseva N. A. Specifics of organizing the process of professional development for enterprise employees. *Bulletin of the Samara State Technical University. Series: Psychological and Pedagogical Sciences*, 2018, no. 1 (37), pp. 20–29. (In Russ.)
16. Denisenko S. A., Ivanov V. Yu., Isaev L. K. On the preparation and certification of engineers as metrology experts. *Competency*, 2023, no. 7, pp. 22–27. (In Russ.)
17. Ivanov V. Yu. Metrology expert – professional status of a specialist in the field of ensuring measurement uniformity. *Great metrologist*, 2019, no. 2 (107), pp. 26–31. (In Russ.)
18. Solyanik A. I., Novikov V. A. An effective system for continuous improvement of metrology specialists’ competence. *Competency*, 2021, no. 1, pp. 6–11. (In Russ.)
19. Guzanov B. N., Kolyasnikova A. D. Structure and content of professional experience in the formation of a metrology specialist. *Competency*, 2024, no. 5, pp. 3–9. (In Russ.)
20. Mushtavinskaya, I. V. Modern approaches to professional development: Reflective technologies. *Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N. I. Lobachevsky*, 2011, no. 4-1, pp. 25–30. (In Russ.)
21. Smith E. Teaching critical reflection. *Teaching in higher education*, 2011, vol. 16, no. 2, pp. 211–223.
22. Bizyaeva A. A. *Psychology of a thinking teacher: pedagogical reflection*. Pskov, PSPI named after S. M. Kirov, 2004, 216 p. (In Russ.)
23. Chupina V. A., Fedorenko O. A. *Theory and practice of professional pedagogical reflection: monograph*. Yekaterinburg, RSPPU, 2019, 199 p. (In Russ.)
24. Feucht F. C., Lunn Brownlee J., Schraw G. Moving beyond reflection: Reflexivity and epistemic cognition in teaching and teacher education. *Educational Psychologist*, 2017, vol. 52, no. 4, pp. 234–241.
25. Kulyutkin Yu. N., Mushtavinskaya I. V. Pedagogical Reflection in Adult Educational Activities. *New Knowledge*, 2021, no. 4, pp. 7–9. (In Russ.)
26. Metaeva V. A. *Professional reflection in postgraduate education: Textbook*. Yekaterinburg, RSVPU, 2005, 85 p. (In Russ.).

27. Ponikarova I. N., Vasilyeva L. M. The Use of Interactive Technologies in Engineering Training. *Bulletin of Kazan Technological University*, 2013, no. 15, pp. 258–259. (In Russ.)
28. Yadav A., Shaver G. M., Meckl P. Lessons learned: Implementing the case teaching method in a mechanical engineering course. *Journal of engineering education*, 2010, vol. 99, no. 1, pp. 55–69.
29. Vaganova O. I., Gladkova M. N., Kutepova L. I. Modern Reflective Learning Technologies. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*, 2021, vol. 10, no. 2, pp. 62–64. (In Russ.)
30. Metaeva V. A. The Reflective Method in Didactics: Problem Statement. Education and Science. *Bulletin of the Ural Branch of the Russian Academy of Education*, 2005, no. 2 (32), pp. 9–18. (In Russ.)
31. Revyakina I. I., Belkina V. N. Reflective Teaching Methods in Vocational Schools. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, 2012, no. 2, pp. 210–214. (In Russ.)
32. Ryzhkova I. V., Shcherbakova N. A. Practice and Specifics of a Differentiated Approach in Teaching Practical Classes at a Technical University. *Economic and Humanitarian Research of Regions*, 2024, no. 2, pp. 50–53. (In Russ.)
33. Pashchina S. M., Reuka R. Yu. The Use of Multi-Level Tasks in the Discipline «Technical Mechanics» as a Means of Developing Creative Thinking in College Students. *Bulletin of the Siberian State Automobile and Road Academy*, 2008, no. 3 (9), pp. 59–65. (In Russ.)

Информация об авторах

Гузанов Борис Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии, Российский государственный профессионально-педагогический университет (Российская Федерация, 620143, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11, e-mail: guzanov_bn@mail.ru).

Колясникова Алена Дмитриевна – соискатель кафедры инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии, Российский государственный профессионально-педагогический университет (Российская Федерация, 620143, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11, e-mail: kolyasnikovaad@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 14.01.2025

После доработки 29.08.2025

Принята к публикации 05.09.2025

Information about the authors

Boris N. Guzanov – doctor of technological sciences, professor, head at the department of engineering and vocational training in mechanical engineering and metallurgy, Russian State Vocational Pedagogical University (11 Mashinostroitelei str., Yekaterinburg, 620143, Russian Federation, e-mail: guzanov_bn@mail.ru).

Alyona D. Kolyasnikova – applicant for a degree at the department of engineering and professional training in mechanical engineering and metallurgy, Russian State Vocational Pedagogical University (11 Mashinostroitelej str., Yekaterinburg, 620143, Russian Federation, e-mail: kolyasnikovaad@mail.ru).

The paper was submitted 14.01.2025

Received after reworking 29.08.2025

Accepted for publication 05.09.2025