Дата поступления рукописи в редакцию: 11.07.2025 г.
Дата принятия рукописи в печать: 21.07.2025 г.
DOI: 10.24412/2782-3830-2025-6-376-380

АЛЕКСАНДРОВ Виктор Алексеевич,
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин
Уральский государственный
аграрный университет,
e-mail: alexandrov_vikt@mail.ru

ГАЛЬЧАК Ирина Петровна,
старший преподаватель кафедры
технологии металлов и ремонта машин
Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: ira.gidravlika@mail.ru

САЛИХОВА Марина Николаевна,
старший преподаватель кафедры
технологии металлов и ремонта машин
Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: salmar1981@mail.ru

КОЛЬГА Анатолий Дмитриевич,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры технологии металлов и ремонта машин
Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: kad-55@yandex.ru

СУРГАЕВ Владислав Владимирович,
аспирант кафедры технологии металлов и ремонта машин
Уральский государственный аграрный университет,
e-mail: vladsurgaev@mail.ru

БУТАКОВ Сергей Васильевич,
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры металлургических и роторных машин
Уральский федеральный университет,
e-mail: bsv_53@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ» В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Аннотация. *В статье рассматриваются современные методы и технологии преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» в технических вузах. Особое внимание уделяется использованию интерактивных образовательных платформ, симуляторов и виртуальных лабораторий, которые способствуют повышению эффективности обучения. Авторы подчеркивают важность проектного подхода и кейс–методов для формирования практических навыков у обучающихся. Также обсуждается необходимость интеграции актуальных стандартов и нормативных документов в учебный процесс, что позволяет подготовить конкурентоспособных специалистов, готовых к реальной профессиональной деятельности и предложить направления совершенствования учебного процесса с учетом современных вызовов.*

Ключевые слова: *инженерное образование, метрология, стандартизация, сертификация, интерактивные технологии, проектное обучение, кейс-методы, виртуальные лаборатории, практико-ориентированное обучение.*

ALEKSANDROV Viktor Alekseevich,
candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Associate Professor
of the Department of Metal Technology and Machine Repair
Ural State Agrarian University

GALCHAK Irina Petrovna,
senior Lecturer of the Department
of Metal Technology and Machine Repair
Ural State Agrarian University

SALIKHOVA Marina Nikolaevna,
senior Lecturer of the Department
of Metal Technology and Machine Repair
Ural State Agrarian University

KOLGA Anatoly Dmitrievich,
doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor of the Department of Metal Technology and Machine Repair
Ural State Agrarian University

SURGAEV Vladislav Vladimirovich,
Postgraduate student of the Department
of Metal Technology and Machine Repair

BUTAKOV Sergey Vasilievich,
candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Metallurgical and Rotary Machines

MODERN METHODS AND TECHNOLOGIES OF TEACHING THE DISCIPLINE "METROLOGY, STANDARDIZATION AND CERTIFICATION" IN A TECHNICAL UNIVERSITY

Annotation. *The article discusses modern methods and technologies of teaching the discipline "Metrology, standardization and certification" in technical universities. Particular attention is paid to the use of interactive educational platforms, simulators and virtual laboratories, which contribute to increasing the effectiveness of training. The authors emphasize the importance of the project approach and case methods for developing practical skills in students. The need to integrate current standards and regulatory documents into the educational process is also discussed, which allows preparing competitive specialists ready for real professional activity and suggesting areas for improving the educational process, taking into account modern challenges.*

Key words*: engineering education, metrology, standardization, certification, interactive technologies, project-based learning, case methods, virtual laboratories, practice-oriented learning.*

Современное инженерное образование требует не только глубоких теоретических знаний, но и практических навыков, обеспечивающих соответствие выпускников актуальным запросам промышленности и технологического развития. В этом контексте дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» (МСС) играет ключевую роль, формируя у студентов компетенции, необходимые для обеспечения качества продукции, соблюдения нормативных требований и успешной интеграции в профессиональную среду.

Метрология как наука об измерениях лежит в основе точности и достоверности технических процессов, стандартизация обеспечивает унификацию и безопасность продукции, а сертификация подтверждает ее соответствие установленным нормам. В условиях глобализации и цифровой трансформации производства владение этими направлениями становится критически важными для инженеров различных профилей.

Однако традиционные методы преподавания МСС зачастую не успевают за динамикой изменений в нормативной базе и технологиях.

Это обусловливает необходимость внедрения современных образовательных подходов, включая цифровые симуляторы, виртуальные лаборатории, проектное обучение и разбор реальных кейсов. Такие методы не только повышают вовлеченность обучающихся, но и позволяют отрабатывать практические навыки работы с актуальными стандартами, измерительными приборами и оборудованием.

Современные тенденции цифровизации образования и производства диктуют необходимость трансформации традиционных подходов к преподаванию. Особую актуальность приобретают интерактивные образовательные платформы, позволяющие преодолеть ограничения классических методов обучения и значительно повысить эффективность учебного процесса [1].

Интерактивные образовательные платформы обеспечивают доступ к актуальным нормативным документам и стандартам в цифровом формате, моделирование измерительных процессов и процедур сертификации с помощью виртуальных лабораторий, организацию проектной деятельности и решение практических кейсов в онлайн-среде. Эти платформы, в частности, Moodle, Blackboard и др. позволяют автоматизировать контроль знаний и осуществлять персонализацию траекторий обучения.

Использование таких платформ особенно важно при изучении МСС, где необходимо сочетать теоретические знания с практическими навыками работы с измерительными инструментами, приборами, нормативной базой и документацией.

Онлайн-курсы, вебинары и интерактивные учебные материалы позволяют студентам изучать дисциплину в удобном для них темпе и получать обратную связь от преподавателя.

Симуляторы, например, для калибровки измерительных приборов, позволяют обучающимся практиковаться в безопасной и контролируемой среде.

Традиционные лабораторные работы часто ограничены материально-технической базой вуза, тогда как виртуальные лаборатории (цифровые симуляторы) позволяют проводить сложные эксперименты в безопасной виртуальной среде.

Решение реальных производственных задач, связанных с метрологией, позволяет студентам применить теоретические знания на практике и развивать навыки решения проблем.

Кейс-методы, основанные на анализе конкретных ситуаций, способствуют развитию критического мышления и навыков принятия решений [2].

Обучение работе с актуальными версиями международных, национальных стандартов и других нормативных документов, а также с базами данных по стандартизации и сертификации, является неотъемлемой частью подготовки специалистов.

Привлечение экспертов из отрасли для проведения мастер-классов и лекций позволяет студентам получать представление о современных требованиях к знаниям и навыков специалистов.

Помимо интерактивных образовательных платформ, в процессе преподавания дисциплины МСС активно внедряются другие инновационные технологии, значительно расширяющие возможности учебного процесса. Использование облачных технологий открывает новые перспективы для организации образовательного процесса. Они обеспечивают централизованное хранение учебных материалов, нормативных документов и методических разработок, а также совместный доступ преподавателей и студентов. Особенно важна возможность облачного хранения и анализа результатов лабораторных работ и проектов, что способствует формированию цифрового портфолио обучающихся.

Технологии AR и VR (технологии дополненной и виртуальной реальности) создают новые возможности для immersive learning [3]. С их помощью можно моделировать сложные измерительные процессы, визуализировать принципы работы контрольно-измерительного оборудования и проводить виртуальные практикумы по процедурам сертификации. Такие иммерсивные среды особенно эффективны для отработки практических навыков в условиях, максимально приближенных к реальным производственным процессам.

Инструменты на основе технологий big data позволяют осуществлять мониторинг успеваемости в режиме реального времени [4]. А именно, отслеживать индивидуальный прогресс каждого обучающегося, выявлять типичные трудности при освоении нового материала, оперативно корректировать учебные программы, объективно оценивать эффективность применяемых методик преподавания.

Рассмотренные технологии создают основу для практико-ориентированного обучения, однако их эффективность наиболее полно раскрывается при использовании современных педагогических подходов. Одним из наиболее продуктивных методов является кейс-технология, позволяющая моделировать реальные профессиональные ситуации.

В качестве примера рассмотрим типовые кейс-задания по дисциплине МСС, которые:

– интегрируют теоретические знания с практическими;
– отражают актуальные отраслевые требования;

– демонстрируют возможности применения цифровых технологий.

Такие кейсы могут быть построены вокруг типичных производственных ситуаций, требующих комплексного решения с применением знаний в области метрологии, стандартизации и сертификации.

Пример кейс-задания №1:

Предприятие-изготовитель сельскохозяйственной техники столкнулось с проблемой несоответствия продукции стандартам качества. Вам, как специалисту по качеству, необходимо:

1) Провести анализ нормативной документации, используя облачные базы стандартов;
2) Разработать программу метрологического контроля, с применением VR-симулятора измерений);
3) Подготовить рекомендации по сертификации продукции на основе анализа данных предыдущих проверок.

Такой кейс позволит обучающимся применить знания в смоделированной профессиональной среде, отработать навыки работы с цифровыми инструментами и развить системное мышление.

Пример кейс-задания №2:

Анализ несоответствия продукции требованиям стандартов и разработка корректирующих мероприятий.

Ситуация: завод метизов производит крепежные элементы (болты, винты, гайки, шайбы). В последнее время участились случаи возврата продукции от потребителей из-за несоответствия геометрических параметров изделий (диаметры, шаг резьбы) требованиям стандартов [5-7].

Задание:

1. Анализ проблемы:

– Определить, какие именно геометрические параметры изделий не соответствуют требованиям стандартов, на основании представленных данных о браке (протоколы испытаний, претензии потребителей, журналы учета брака, сведения об оборудовании и используемые средства измерения, штатное расписание предприятия).
– Оценить масштаб проблемы: каков процент бракованных изделий в общем объеме производства?
– Идентифицировать возможные причины несоответствия (износ оборудования, нарушение технологического процесса изготовления, сроков поверки средств измерения, квалификация персонала).

2. Разработать мероприятия по устранению несоответствий:

– Предложить конкретные меры по приведению геометрических параметров изделий в соответствие с требованиями стандартов.
– Разработать план мероприятий по контролю качества на производстве, включающий частоту и виды измерений, используемые средства измерений.
– определить необходимость обучения персонала, связанного с производством и контролем качества.

3. Оценить эффективность мероприятий.

– Предложить методы оценки эффективности внедряемых мероприятий.
– Рассмотреть возможность использования статистических методов для анализа результатов.
– определить сроки проведения повторного анализа брака после внедрения мероприятий.

4. Составить отчет, который будет включать:

– описание ситуации и целей анализа;
– результаты анализа несоответствия;
– предложенные мероприятия по устранению несоответствия.
– план контроля качества.

Этот пример кейс- задания позволит применить знания по МСС на практике, анализируя реальную ситуацию и предлагая конкретные решения. Он включает в себя все основные аспекты данной дисциплины: от выявления несоответствия до разработки мероприятий по их устранению и контролю качества.

В дальнейшем, над проектами смогут работать студенты различных направлений, они будут связаны с проведением метрологических измерений, разработкой стандартов и систем сертификации продуктов и услуг, а также смогут заниматься анализом рисков и увеличения качества продукции. Для глубокого понимания и усвоения изучаемого материала, а также применения теоретических аспектов в практике позволит метод проектов.

Варианты методов проектов:

1) Разработка стандарта организации (СТО) [8]. Обучающиеся могут разработать внутренний нормативный документ, который регламентирует требования к процессам, продуктам или услугам в пределах одной компании.
2) Анализ метрологического обеспечения производства. Проект может включать анализ существующего метрологического обеспечения на предприятии, выявление проблем и разработку предложений по его улучшению.
3) Метрологическая экспертиза технической документации. Проект может включать в себя анализ технической документации с точки зрения метрологических требований и норм, выявление несоответствий и разработку рекомендаций по их устранению.

4) Разработка системы управления качеством на основе ISO 9001. В проект можно включить разработку структуры системы управления качеством, определение процессов и процедур, необходимых для ее внедрения и поддержания, а также разработку необходимой документации.
5) Разработка системы контроля качества сварных соединений.

Проект может включать в себя выбор методов контроля, разработку методики контроля, анализ результатов и разработку рекомендаций по повышению качества сварных соединений.

Данный метод проектов хорошо подходит для дальнейшего формирования у студента профессиональных компетенций, которые в будущем пригодятся для решения производственных задач.

Таким образом, комплексное применение этих технологий создает систему для подготовки высококвалифицированных специалистов в области метрологии, стандартизации и сертификации, отвечающих современным требованиям цифровой экономики.

Список литературы:

[1] Баланов А.Н. Цифровизация в образовательной сфере: учебное пособие для вузов. СПб.: Лань, 2024. 400 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: https://e.lanbook.com/book/417767.

[2] Шварева О.В. Современные педагогические технологии: кейс-метод: учебно-методическое пособие. - Томск: ТГПУ, 2019. - 112 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157368.

[3] Стариковская Н.А., Стариковский А.И., Кущ М.В. Цифровой бизнес и сквозные цифровые технологии: теория и практика: учебное пособие. — М.: РТУ МИРЭА, 2022.- Ч. 1. - 259 с.- Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. -URL: https://e.lanbook.com/book/310913.

[4] Макшанов А.В., Журавлев А.Е., Тындыкарь Л.Н. Большие данные. Big Data.- СПб.: Лань, 2024. - 188 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.- URL: https://e.lanbook.com/book/362318.

[4] Методология проектной деятельности инженера-конструктора: учебник для вузов / под ред. А. П. Исаева, Л. В. Плотникова, Н. И. Фомина. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2025. - 211 с. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/563600.

[5] ГОСТ 24705-2004 (ИСО 724:1993). Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры.- М.: Стандартинформ, 2005.- 16 с.

[6] ГОСТ 16093- 2004 (ИСО 965-1:1998, ИСО 965-3:1998). Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором.- М.: Стандартинформ, 2005.- 42 с.

[7] ГОСТ 1759.0-87. Болты, винты, шпильки и гайки. Технические условия.- М.: Стандартинформ, 2006.- 16 с.

[8] ГОСТ Р 1.4-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.- М.: Стандартинформ, 2018.- 6 с.

Spisok literatury:

[1] Balanov A.N. Cifrovizaciya v obrazovatel'noj sfere: uchebnoe posobie dlya vuzov. SPb.: Lan', 2024. 400 s. Tekst: elektronnyj // Lan': elektronno-bibliotechnaya sistema.- URL: https://e.lanbook.com/book/417767.

[2] Shvareva O.V. Sovremennye pedagogicheskie tekhnologii: kejs-metod: uchebno-metodicheskoe posobie. - Tomsk: TGPU, 2019. - 112 s. - Tekst: elektronnyj // Lan': elektronno-bibliotechnaya sistema. — URL: https://e.lanbook.com/book/157368.

[3] Starikovskaya N.A., Starikovskij A.I., Kushch M.V. Cifrovoj biznes i skvoznye cifrovye tekhnologii: teoriya i praktika: uchebnoe posobie. — M.: RTU MIREA, 2022.- Ch. 1. - 259 s.- Tekst : elektronnyj // Lan': elektronno-bibliotechnaya sistema. -URL: https://e.lanbook.com/book/310913.

[4] Makshanov A.V., Zhuravlev A.E., Tyndykar' L.N. Bol'shie dannye. Big Data.- SPb.: Lan', 2024. - 188 s. - Tekst: elektronnyj // Lan': elektronno-bibliotechnaya sistema.- URL: https://e.lanbook.com/book/362318.

[4] Metodologiya proektnoj deyatel'nosti inzhenera-konstruktora: uchebnik dlya vuzov / pod red. A. P. Isaeva, L. V. Plotnikova, N. I. Fomina. - 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Izd-vo Yurajt, 2025. - 211 s. - Tekst: elektronnyj // Obrazovatel'naya platforma Yurajt [sajt]. - URL: https://urait.ru/bcode/563600.

[5] GOST 24705-2004 (ISO 724:1993). Osnovnye normy vzaimozamenyaemosti. Rez'ba metricheskaya. Osnovnye razmery.- M.: Standartinform, 2005.- 16 s.

[6] GOST 16093- 2004 (ISO 965-1:1998, ISO 965-3:1998). Osnovnye normy vzaimozamenyaemosti. Rez'ba metricheskaya. Dopuski. Posadki s zazorom.- M.: Standartinform, 2005.- 42 s.

[7] GOST 1759.0-87. Bolty, vinty, shpil'ki i gajki. Tekhnicheskie usloviya.- M.: Standartinform, 2006.- 16 s.

[8] GOST R 1.4-2004. Standartizaciya v Rossijskoj Federacii. Standarty organizacij. Obshchie polozheniya.- M.: Standartinform, 2018.- 6 s.