Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Факультет: Профессионального образования
Направление 44.04.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиль: Инженерная педагогика
Кафедра «Общенаучных дисциплин»

Допускается к защите
и.о. зав.кафедрой ОНД
канд.экон.наук
_____ К.В. Кондратьева
«23» июня 2026 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
Магистерская диссертация
на тему:

«Формирование профессиональной компетентности у будущих технологов – машиностроителей посредством изучения дисциплины «Метрология, стандартизация, сертификация» на образовательной платформе MOODLE»

Студент: _____18.06.2026 Е.В. Муртазина
(подпись, дата)

Группа: ИП-24-1м ЛФ
Состав ВКР:
1. Пояснительная записка на 92 стр.
2. Портфолио достижений
3. Электронный носитель с материалами ВКР.

Руководитель: _____18.06.2026канд.пед.наук, доцент Н.А. Степанова
(подпись, дата)

Руководитель магистерской программы: _____18.06.2026 д-р социол.наук, профессор В.Н. Стегний
(подпись, дата)

Проверено на наличие заимствования:_____18.06.2026канд.пед.наук, доцент Н.А. Степанова
(подпись, дата)

Лысьва, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ТЕХНОЛОГОВ-МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ..... 9
1.1 Историографический анализ проблемы формирования профессиональной компетентности у будущих технологов-машиностроителей в системе среднего профессионального и высшего образования 7
1.2 Современные подходы к формированию профессиональной компетентности посредством изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» 14
1.3Терминологический аппарат……..…….17
1.4 Педагогическая модель формирования профессиональной компетентности у будущих технологов-машиностроителей на основе изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» в средеMOODLE.....30
2 ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ» ….....38
2.1 Цели изадачи констатирующего эксперимента исследования 38
2.2 Результаты констатирующего эксперимента у обучающихся на начальном этапе изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификации……..... 42
2.3 Анализ типичных затруднений и дефицитов в области метрологии и стандартизации у будущих технологов-машиностроителей 49

3 ФОРМИРУЮЩИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО КУРСА В СРЕДЕ MOODLE 56
3.1 Цели и задачи программы формирования профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей посредством дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» на платформе MOODLE 56
3.2 Реализация электронного курса в среде MOODLE: структура, контент, интерактивные задания и система контроля 62
3.3 Результаты контрольного эксперимента исследования 70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 78
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 84
ПРИЛОЖЕНИЯ (примеры тестов, лабораторных работ, скриншоты курса в MOODLE) 92
УКАЗАТЬ КАЖДОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ!

ВВЕДЕНИЕ

Современное машиностроение представляетсобой одну из ключевых отраслей экономики, обеспечивающуюразвитие других секторов и способствующую технологическому прогрессу. В условиях глобализации и стремительногонаучно-техническогопрогресса требования к профессиональнойподготовкеспециалистов в области машиностроения становятсявсе более высокими. Важнейшим аспектом подготовки будущих машиностроителей является формирование их профессиональной компетентности, что предполагает не только наличие теоретических знаний, но и практических навыков, необходимых для успешной работы в данной области. В этом контексте изучение дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» приобретает особую значимость.

Актуальность темы исследованияобусловлена динамичным развитиемсовременного машиностроения, которое предъявляетповышенные требования к уровнюподготовки будущих специалистов. В эпоху цифровизации производства и перехода к концепциям «Индустрии 4.0» и «цифровых двойников» технологи-машиностроители должны в совершенствевладеть не только традиционными знаниями, но и комплексом профессиональных компетенций в области метрологии, стандартизации и сертификации (МСС). Дисциплина являются фундаментом для обеспечения качества продукции, взаимозаменяемости, технического единства измерений и конкурентоспособности отечественныхпредприятий на глобальном рынке.

В то же время традиционные методы обучения часто не в полной мере отвечаютвызовамвремени, ограничиваясь пассивной передачей информации и не обеспечиваядостаточныхусловий для формирования практико-ориентированных умений и навыков. Возникаетпротиворечие между необходимостью глубокого, осознанного и прикладногоусвоениясложного материала дисциплины «Метрология, стандартизация, сертификация» и

недостаточной эффективностью используемых педагогических инструментов для достижения этого результата.

Разрешению данного противоречия может способствоватьцеленаправленное использование современных цифровыхобразовательных технологий.Среди них особое место занимаетсистемауправленияобучениемMOODLE, которая представляетсобой гибкую, мощную и широко распространенную платформу для организации blendedlearning (смешанногообучения). Ее возможности (создание интерактивных курсов, виртуальных лабораторных работ, тестов с автоматической проверкой, форумов для кейс-обсуждений, системыотслеживанияпрогресса) обладают значительным дидактическим потенциалом для активизации познавательной деятельности студентов.

Проблема исследования: заключается в поиске и обосновании педагогических условий и методических подходов к эффективному использованиюобразовательной платформы MOODLE для целенаправленного формирования профессиональных компетенций у будущих технологов-машиностроителей в рамках изучения дисциплины «Метрология, стандартизация, сертификация» (МСС).

Объект исследования: процесс профессиональнойподготовки будущих технологов-машиностроителей в вузе.

Предмет исследования: методика формирования профессиональных компетенций по дисциплине «Метрология, стандартизация, сертификация» с использованиемобразовательной платформы MOODLE.

Цель выпускной квалификационный работы: теоретически обосновать, разработать и экспериментально проверить методику формирования профессиональных компетенций у будущих технологов-машиностроителей по дисциплине «Метрология, стандартизация, сертификация» посредством использования платформы MOODLE.

Задачи исследования:

1. Проанализироватьсущность и структурупрофессиональных компетенций, необходимых будущему технологу-машиностроителю в области метрологии, стандартизации и сертификации.

2. Изучить дидактические возможности и функциональные особенности образовательной платформы MOODLE для применения в инженерно-техническом образовании.

3. Изучить уровеньразвития профессиональных компетенций у будущих технологов-машиностроителей.

4. Разработать и содержательнонаполнить цифровой учебно-методический комплекс (УМК) по дисциплине «МСС» на платформе MOODLE, ориентированный на формирование целевых компетенций.

5. Разработать и апробировать методику использованиясозданного УМК в MOODLE в учебномпроцессе, включающуюсочетание аудиторной и внеаудиторной работы.

6. Провести педагогический эксперимент и оценить эффективность предложенной методики.

Методологическая основа исследования:

Методологическую основу исследования составляют взаимодополняющие подходы, каждый из которых вносит вклад в решение поставленной проблемы.

1.Компетентностный подход (В.А. Болотов, И.А. Зимняя, Э.Ф. Зеер, Ю.Г. Татур, А.В. Хуторской, В.В. Сериков) выступает в качестве ведущей методологической стратегии. Данный подход позволяет переориентировать цели образования с накопления знаний на формирование способности применять их для решения профессиональных задач [15, с. 38; 16, с. 16; 41, с. 23].

В контексте нашего исследования компетентностный подход задаёт целевой вектор: результатом обучения становится не сумма усвоенных понятий метрологии, а интегративная способность студента осуществлять метрологический контроль качества продукции.

2. Контекстный подход (А.А. Вербицкий) обосновывает необходимость максимального приближения учебного процесса к будущей профессиональной деятельности. Согласно данному подходу, содержание обучения должно моделировать реальные производственные ситуации, а формы организации учебной деятельности – постепенно трансформироваться от учебно-академических к квазипрофессиональным [10, с. 34]. В рамках исследования контекстный подход реализуется через внедрение в электронный курс производственных кейсов, задач на выбор средств измерений и оценку годности партии продукции.

3. Модульно-компетентностный подход (П.И. Третьяков, И.Б. Сенновский, М.А. Чошанов) предполагает структурирование содержания дисциплины в виде автономных модулей, каждый из которых завершается контролем сформированности определённой компетенции [42, с. 23].

Данный подход обеспечивает системность и последовательность обучения, а также возможность организации индивидуальной траектории освоения материала.

4. Деятельностный подход (А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн, В.В. Давыдов) акцентирует внимание на том, что формирование компетентности происходит не через трансляцию готовых знаний, а через активную деятельность самого студента по решению учебно-профессиональных задач. В среде MOODLE деятельностный подход реализуется через интерактивные задания, тренировочные тесты с мгновенной обратной связью, элементы «перевёрнутого класса» [25, с. 56].

5. Технологический подход (В.П. Беспалько, Г.К. Селевко, М.В. Кларин) ориентирует на воспроизводимость образовательных результатов при использовании определённых педагогических технологий. В нашем исследовании технологический подход проявляется в разработке чёткой, алгоритмизированной структуры электронного курса в MOODLE с

фиксированными этапами обучения, критериями оценивания и формами контроля.

Интеграция перечисленных подходов позволила разработать педагогическую модель, в которой компетентностный подход задаёт цель, контекстный – принципы отбора содержания и методов, модульно-компетентностный – форму организации материала, деятельностный – способы взаимодействия студента с контентом, а технологический – воспроизводимость и контролируемость результатов.

Методы исследования: анализ психолого-педагогической, научно-методической и технической литературы; моделирование учебногопроцесса; анкетирование и тестирование; педагогический эксперимент; методы статистическойобработки результатов.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанный цифровой УМК и методика его применения на платформе MOODLE могут быть непосредственно внедрены в учебныйпроцесс технических вузов для повышения качества подготовкистудентов по дисциплине «Метрология, стандартизация, сертификация». Материалы исследования могут быть полезны преподавателям инженерных специальностей, занимающимся цифровизацией своих курсов.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ТЕХНОЛОГОВ-МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ

1.1 Историографический анализ проблемы формирования профессиональной компетентности у будущих технологов-машиностроителей в системе среднего профессионального образования

Проблема формирования профессиональной компетентности специалистов технического профиля имеет глубокие исторические корни и прошласложный путь эволюции от знаниево-ориентированной парадигмы до компетентностного подхода. Для пониманиясовременногосостоянияпроблемы необходимо обратиться к историографическому анализу, который позволяетвыявить основные этапы, тенденции и противоречия в развитииисследуемого феномена.

Первый этап (1930-е – 1950-е годы) связан состановлениемсистемы индустриального образования в СССР. В этот период основное вниманиеуделялось формированию узкопрофессиональныхнавыков, необходимых для работы на конкретном оборудовании. Как отмечает А.М. Новиков, «образование того времени было жёстко привязано к производственным технологиям и не предусматривалоразвитие у специалистаспособности к адаптации в изменяющихся условиях» [28, с. 45]. Учебные планы специальности «Технология машиностроения» включали значительный объём часов на изучение метрологии и стандартизации, однако преподавание носило сугубо информационный характер: студентызаучивали государственные стандарты и методы поверкисредств измерений без понимания их практического применения.

Важным достижением этого этапа сталаразработка первых отечественныхучебников по взаимозаменяемости и техническим измерениям, среди которых особое место занимают труды А.П. Гавриленко

(1948) и Н.А. Бородачёва (1956), заложившие методические основы преподавания метрологии в технических вузах [8, с. 12].

В период с 1960-х по 1980-е годы теория профессионального образования пережила этап интенсивного развития. Под научным руководством С. Я. Батышева были заложены фундаментальные основы профессиональной педагогики: систематизирован понятийный аппарат сферы производственного обучения, а также определены ключевые методологические подходы [5, с. 78]. В это время в академической среде закрепился термин «профессиональная компетентность». Изначально его содержание сводилось к комплексу специализированных знаний и практических навыков, необходимых для эффективного исполнения профессиональных обязанностей.

В 1970-е годы выходят фундаментальные работы по теории измерений и стандартизации, авторы которых – В.С. Антонов, А.И. Якушев, В.М. Матвеев – впервыеставятвопрос о необходимости формирования у будущих технологов не просто знаний в области метрологии, а особого «метрологического мышления» [1, с. 34]. Однако, как справедливозамечает Э.Ф. Зеер, «несмотря на прогрессивные идеи, практика образования оставалась знаниево-ориентированной, а понятие компетентности долгоевремяиспользовалось как синоним квалификации» [15, с. 52].

Ключевым шагом стало принятие в 1996 году Федерального закона «О высшем и послевузовском профессиональном образовании». Документ закрепил обновлённые принципы организации учебного процесса, отвечающие новым реалиям [13]. В это же время в научных кругах активно развивался компетентностный подход, которому посвятили свои работы Ю. Г. Татур, И. А. Зимняя, А. В. Хуторской.

По мнению Ю. Г. Татура, профессиональная компетентность — это не просто набор знаний и навыков, а целостная характеристика специалиста, включающая ценностные установки и готовность применять их в работе [41, с. 23].

И. А. Зимняя выделила три группы компетенций: личностные, социальные и деятельностные. Для технолога-машиностроителя наиболее важны компетенции последней группы — контроль качества продукции, работа с нормативами и использование метрологических инструментов [16, с. 16].

В 1990-х — начале 2000-х годов система профессионального образования России пережила серьёзную трансформацию. Переход к рыночной экономике и интеграция в мировое образовательное пространство заставили переосмыслить её цели и задачи.

В период 2010-х годов и по настоящее время система инженерного образования переживает этап трансформации, обусловленный внедрением федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) третьего поколения. В рамках новой парадигмы акцент смещён с формального усвоения знаний на формирование конкретных профессиональных компетенций как ключевого показателя образовательных результатов. В частности, для направления подготовки «Технология машиностроения» (15.03.05) особую значимость приобретают две компетенции: ПК-1, подразумевающая умение проектировать технологические процессы изготовления деталей, и ПК-2, связанная с навыками контроля качества выпускаемой продукции посредством специализированных измерительных средств [36].

Анализ диссертационных исследованийпоследнего десятилетия позволяет конкретизировать структурупрофессиональной компетентности технолога-машиностроителя. Е.В. Пирогова на основе опроса 120 работодателей машиностроительных предприятийвыделяет четыре компонента: операционально-технологический (владение методами обработки деталей), нормативно-метрологический (умение работать состандартами и средствами измерений), проектно-конструкторский (способностьразрабатывать техническую документацию), коммуникативный (готовность к взаимодействию в производственном коллективе) [30, с. 12-

15]. При этом наибольшую значимость, по оценкам экспертов, имеет нормативно-метрологический компонент – 68% опрошенных поставили его на первое место.

С.А. Уваров в своёмисследовании, выполненном на базе Казанского национальногоисследовательского технического университета, разработал трехуровневую системусформированностипрофессиональных компетенций: репродуктивный (базовый), продуктивный (средний) и творческий (высокий) [44, с. 56-59]. Автор установил, что лишь 23% выпускников технических вузовдостигаютпродуктивногоуровня, а творческого – не более 5%. Это свидетельствует о недостаточной эффективности существующих методик обучения.

Д.И. Иванов, изучая подготовку технологов для авиастроительной отрасли, доказал эффективность контекстного обучения, при котором учебный материал максимально приближается к реальным производственнымситуациям [17, с. 89-94]. В экспериментальной группе, где применялись кейс-методы и производственныезадачи, долястудентов с высокимуровнемпрофессиональной компетентности выросла с 8% до 34%.

В рамках настоящего исследования особую ценность представляют научные труды, посвящённые методике преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация». Как отмечает В. И. Романов в своей работе 2017 года, данная дисциплина выполняет системообразующую функцию в процессе формирования профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей. По мнению исследователя, именно она закладывает фундаментальные представления о принципах единства измерений, методах контроля качества продукции и работе с нормативной документацией [34, с. 27].

Традиционно курс состоит из трёх взаимосвязанных модулей:

- теоретические основы метрологии;
- стандартизация;
- сертификация.

Однако педагогический опыт показывает, что наибольшие сложности у обучающихся возникают при освоении раздела по метрологии. Это объясняется его высокой инструментальной и расчётной нагрузкой: студентам необходимо не только усвоить теоретические концепции, но и овладеть практическими навыками выполнения точных измерений и расчётов.

Л.С. Васильева и М.Ф. Меняев в своёмучебно-методическомпособииотмечают, что типичными ошибками студентов при изучении метрологии являются: непонимание метрологических характеристик средств измерений (62% студентов), неумение обрабатывать результаты многократных измерений (58%), трудности при выборесредств измерений для контроля точности деталей (47%) [9, с. 63-65]. Эти данные подтверждают необходимость поиска новых методов обучения, способных активизировать познавательную деятельность студентов и сформироватьпрочные практические навыки.

Историографический анализ позволяетсделатьследующиевыводы:

1. Проблема формирования профессиональной компетентности технолога-машиностроителя прошла путь от узкопрофессиональнойподготовки до интегративного компетентностного подхода.

2. Существующие методики преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» недостаточно эффективны, о чём свидетельствуютстабильно низкие результаты студентов при выполнении расчётно-графических и лабораторных работ.

3. Выявлено противоречие между потребностьюпромышленности в компетентных специалистах и недостаточным использованиемсовременных информационно-коммуникационных технологий (в частности, образовательных платформ) при изучении метрологии.

4. Перспективным направлением является разработка методик обучения с использованиемсистемуправленияобучением (LMS), которые

позволяют индивидуализировать образовательныйпроцесс и организовать систематический контроль усвоения материала.

1.2 Современныеподходы к формированию профессиональной компетентности посредством изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»

В современной дидактике высшей школы сформировались три ведущих подхода к формированию профессиональной компетентности при изучении дисциплин «Метрология», «Стандартизация» и «Сертификация» — компетентностный, контекстный и модульно-компетентностный. Каждый из них играет значимую роль в решении образовательных задач и располагает собственным набором дидактических инструментов. Компетентностный подход концентрируется на целенаправленном развитии конкретных профессиональных навыков и измеримых результатов обучения: он позволяет чётко определить и сформировать ключевые компетенции, необходимые для будущей работы. Контекстный подход выстраивает процесс обучения через моделирование реальных производственных ситуаций — это помогает студентам увидеть прямую связь между теоретическими знаниями и их практическим применением, повышает осмысленность освоения материала и мотивацию к учёбе. Модульно-компетентностный подход объединяет преимущества модульной организации содержания с компетентностной направленностью: учебный материал структурируется в виде автономных блоков (модулей), каждый из которых нацелен на формирование определённой группы компетенций. Такой формат даёт возможность гибко выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, оперативно адаптировать программу под актуальные требования отрасли и эффективно контролировать прогресс в освоении компетенций. В совокупности эти подходы создают многогранную и адаптивную систему обучения, которая обеспечивает всестороннее

развитие профессиональной компетентности студентов и отвечает современным стандартам подготовки специалистов в области метрологии, стандартизации и сертификации.

Компетентностный подход является методологической основой федеральных государственных образовательныхстандартов третьего поколения. Как отмечает В.А. Болотов, «компетентностный подход не отрицает значения знаний, но акцентирует внимание на способностиииспользовать их для решения практических задач» [7, с. 8]. В рамках этого подхода цель обучения формулируется в терминах компетенций – интегрированных результатов, включающихзнаниевый, деятельностный и личностный компоненты.

Применительно к дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» компетентностный подход означает, что студентдолжен не просто знать определения основных понятий (например, «средство измерений», «поверка», «калибровка»), но и уметь:

- выбирать средства измерений для контроля заданных параметров детали;
- обрабатывать результаты прямых и косвенных измерений с оценкой погрешностей;
- читать и интерпретировать обозначениядопусков и посадок на чертежах;
- применять нормативные документы (ГОСТы, СТО) для оценки соответствияпродукции.

И.А. Зимняя выделяет десять ключевых компетенций, среди которых для технолога-машиностроителя наиболее значимыми являются: компетенция познавательной деятельности (постановка и решение познавательныхзадач), компетенция деятельности (умение работать с измерительной техникой) и компетенция социальноговзаимодействия (работа в команде при проведении измерений) [16, с. 18].

Однако, как показывает анализ практики, простого декларирования компетентностного подхода недостаточно. В.И. Байденкоотмечает, что «многие преподаватели продолжают работать в рамках знаниевой парадигмы, формально переименовывая темы лекций в компетенции, но не меняя методов обучения» [4, с. 56]. Это приводит к тому, что у студентов формируются «мёртвые знания» – они могут воспроизвести определение, но не способныприменить его на практике.

Контекстный подход, созданный А. А. Вербицким, нацелен на устранение разрыва между теорией и практикой за счёт внедрения в образовательный процесс моделей реальных производственных ситуаций [10, с. 34]. Суть концепции состоит в том, что учебный материал должен представлять собой концентрированное отражение профессионального опыта, а методы организации обучения — поэтапно эволюционировать от традиционных академических форм к квазипрофессиональным моделям, приближённым к реальной деятельности специалистов.

В контексте изучения метрологии это означает следующее. Традиционное лабораторное занятиевыглядит так: студентполучает инструкцию, выполняет измерения по алгоритму и оформляет отчёт. При контекстном подходестудентполучаетпроизводственнуюзадачу: «В цех поступила партия валов диаметром 50 мм. Необходимо провестивыборочный контроль, определить фактический диаметр, оценить годность партии и составить акт о соответствии/несоответствии». Для решения задачистуденту нужно самостоятельновыбратьсредства измерений (штангенциркуль, микрометр, индикаторный нутромер), провести многократные измерения, обработать результаты и сделатьвывод.

А.А. Вербицкийвыделяет три базовые формы контекстного обучения: учебную деятельность (собственноусвоение информации), квазипрофессиональную (имитация профессиональныхситуаций) и учебно-профессиональную (выполнение реальных производственныхзаданий) [10, с. 41]. Наиболее эффективной для изучения метрологии является

квазипрофессиональная форма, которая реализуется через деловые игры, кейс-методы и ситуационныезадачи.

Эффективность контекстного обучения при подготовке технологов-машиностроителей подтверждена экспериментально. В исследовании Е.С. Мингазовой (2019) на базе Уфимского государственного авиационного технического университетастуденты экспериментальной группы, обучавшиеся по контекстной методике, показали результаты на 38% выше контрольной группы при выполнении лабораторных работ по метрологии [26, с. 112].

В работах П. И. Третьякова, И. Б. Сенновского и М. А. Чошанова получил развитие модульно-компетентностный подход, предполагающий дробление содержания учебной дисциплины на автономные структурные единицы — модули [42, с. 23]. Каждый такой модуль представляет собой целостный образовательный блок, включающий целевую установку, теоретический материал, практические задания и инструменты оценки сформированности конкретной компетенции. Таким образом обеспечивается чёткая связь между освоением учебного материала и развитием требуемых профессиональных навыков.

Структура модуля по метрологии может выглядетьследующимобразом (см.таб.1):

Таблица 1- Структура модуля по метрологии

Компонент модуля	Содержание по теме «Измерение гладких цилиндрических деталей»
Целевая установка	Сформировать способность измерять линейные размеры деталей с помощью штангенциркуля и микрометра
Теоретический блок	Устройство, принцип работы, метрологические характеристики штангенциркуля (ШЦ-I, ШЦ-II) и микрометра (МК)
Практические задания	1. Измерение трёх валов и трёх отверстий. 2. Расчёт среднего арифметического и среднеквадратическогоотклонения. 3. Заключение о годности деталей по чертежу
Оценочные средства	Контрольные вопросы (5 шт.), задача на расчёт погрешности, практическое задание на выборсредства измерения

Преимущества модульной системыобучения, по мнению М.А. Чошанова, заключаются в прозрачности требований (студентзаранее знает, что долженуметьпосле изучения модуля), возможностисамоконтроля(модуль содержитпроверочныезадания) и гибкости (студент может изучать модули в индивидуальном темпе) [45, с. 67].

В современной образовательной практике наблюдается устойчивая тенденция к интеграции модульно-компетентностного подхода с цифровыми инструментами обучения, в частности — с системой управления обучением MOODLE. Как подчёркивает Е. Н. Смирнова, данная платформа обладает функционалом, оптимально подходящим для реализации модульной структуры образовательного курса: каждый модуль может быть оформлен как самостоятельный раздел с чётко обозначенными границами, встроенной системой контроля знаний и механизмом обратной связи, обеспечивающим оперативную корректировку учебного процесса [37, с. 45].

Сравнительный анализ трёх подходовпозволяетсделатьвывод, что они не противоречат, а дополняют друг друга. Компетентностный подходзадаёт целевой векторобучения (какие компетенции должны быть сформированы). Контекстный подход определяет методы обучения (как приблизитьобучение к реальной деятельности). Модульно-компетентностный подходпредлагает технологию организации учебного материала (как структурироватьсодержание для эффективного усвоения).

Для формирования профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей при изучении дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» целесообразно интегрировать все три подхода, реализовав их в среде электронного обученияMOODLE.

1.3 Терминологический аппарат исследования: «профессиональная компетентность», «технолог-машиностроитель», «электронная образовательная платформа MOODLE»

Для корректного проведенияисследования необходимо уточнитьсодержание ключевых понятий, поскольку они имеют различные трактовки в научной литературе. Рассмотрим каждое понятиепоследовательно.

Профессиональная компетентность выступает центральным объектом современных педагогических исследований, поскольку именно она служит интегративным показателем качества подготовки квалифицированных специалистов. Анализ научных трактовок, предложенных такими учёными, как Э. Ф. Зеер, И. А. Зимняя, Ю. Г. Татур и А. В. Хуторской, позволяет выделить инвариантные характеристики этого феномена. Они сохраняют свою актуальность и значимость вне зависимости от специфики избранного исследовательского подхода, формируя устойчивую концептуальную основу для изучения данного понятия.

Профессиональная компетентность представляет собой комплексное свойство личности профессионала, объединяющее несколько взаимосвязанных компонентов:

- наличие структурированной системы профессиональных знаний, умений и навыков — так называемый знаниевый компонент, формирующий теоретическую базу специалиста;

- критически важна способность эффективно применять эти знания на практике для решения профильных задач — деятельностный компонент, демонстрирующий реальную готовность к работе;

- существенную роль играет личностный компонент: осознанная готовность нести ответственность за принятые решения и результаты своей деятельности.

- рефлексивный компонент — подразумевает способность к саморазвитию, непрерывному обучению и совершенствованию квалификации, что особенно актуально в условиях динамично меняющихся профессиональных требований.

Э. Ф. Зеер рассматривает профессиональную компетентность как совокупность компетенций, обеспечивающих результативность трудовой деятельности [15, с. 67]. При этом он проводит чёткое разграничение: компетенция выступает в роли нормативного стандарта, предъявляемого к специалисту, тогда как компетентность отражает фактическое владение этими компетенциями конкретным человеком.

Аналогичную позицию развивает А. В. Хуторской, подчёркивая принципиальное различие между компетенцией как внешним, заранее заданным требованием и компетентностью как внутренним, сформированным качеством личности, опирающимся на практический опыт [46, с. 11]. В рамках нашего исследования мы придерживаемся именно этой трактовки: фокус направлен не на абстрактные стандарты, а на реальный уровень развития профессиональных качеств у будущих технологов, их способность применять знания в реальных производственных условиях и адаптироваться к профессиональным вызовам.

Структура профессиональной компетентности технолога-машиностроителя включаетследующие компоненты (по материалам диссертации Е.В. Пироговой, см.таб.2)) [30, с. 14]:

Таблица 2 – Структурапрофессиональной компетентности

Компонент	Содержание	Методы формирования
Операционально-технологический	Владение методами обработки деталей на станках с ЧПУ, знание режимов резания	Производственная практика
Нормативно-метрологический	Умение работать с ГОСТами, выбиратьсредства измерений, обрабатывать результаты	Лабораторные работы по метрологии
Проектно-конструкторский	Способность разрабатывать технологические процессы и оформлять чертежи	Курсовое проектирование

Коммуникативный	Навыки взаимодействия с коллегами, составленияотчётнойдокументации	Деловые игры

Для нашегоисследования ключевым является нормативно-метрологический компонент, поскольку он формируется именно при изучении дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

Технолог-машиностроитель – это специалист, осуществляющий разработку, внедрение и контроль технологических процессов изготовления деталей и узлов машин [11, с. 23]. Согласнопрофессиональномустандарту «Специалист по технологии машиностроения» (утверждёнприказом Минтруда № 187н от 10.03.2021), трудовые функции технолога включают:

- разработку технологических маршрутов изготовления деталей;
- выбор оборудования, оснастки и инструмента;
- расчёт режимов обработки и норм времени;
- контроль качества выпускаемойпродукции (метрологическое обеспечение);
- оформление технологической документации.

Следует особо отметить, что владение метрологическими принципами выступает неотъемлемым элементом профессиональной квалификации технолога. На всех стадиях производственного цикла — начиная с проектирования чертежа и заканчивая контролем готовой детали — специалист обязан гарантировать заданную точность параметров и систематически верифицировать её посредством соответствующих измерительных инструментов [39, с. 78].

Это требование пронизывает всю профессиональную деятельность технолога, становясь связующим звеном между проектными решениями и реальным качеством выпускаемой продукции.

Образовательная подготовка технолога-машиностроителя осуществляется по направлениям 15.02.08 «Технология машиностроения». Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» является обязательной и изучается на 2-3 курсах.

Модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения (MOODLE — Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) представляет собой открытую систему управления обучением (LMS — Learning Management System), разработанную для проектирования, организации и реализации онлайн-образовательных курсов [29, с. 12]. Созданная Мартином Дугьямасом в 2002 году, платформа за два десятилетия завоевала широкое международное признание и сегодня входит в число наиболее востребованных образовательных решений: её пользовательская база превышает 200 миллионов человек по всему миру.

Техническая архитектура MOODLEвключаетследующие компоненты:

1. Ядро – базовый код, обеспечивающий функционирование системы.
2. Интерфейс – веб-ориентированнаясреда, доступная через браузер.
3. Модульная структура – возможностьподключениядополнительных элементов: тестов, заданий, форумов, чатов, вики, блогов, глоссариев и др.
4. Система ролей – разграничение прав доступа: администратор, преподаватель, студент, гость.

Как отмечает А.И. Капранчиков, «ключевое преимущество MOODLE – это не просто хранение учебных материалов, а созданиеполноценнойобразовательнойсреды, поддерживающей деятельностный подход» [20, с. 45].

Студент не пассивно потребляет информацию, а активно взаимодействует с контентом: решает тесты, выполняетзадания в интерактивном режиме, участвует в форумах, сдаёт работы на проверку.

Дидактические возможностиMOODLEприменительно к изучению метрологии, стандартизации и сертификациивключают (см.таб.3):

Таблица 3 – Дидактические возможностиMOODLE

Элемент MOODLE	Дидактическая функция	Пример использования
Лекция (урок)	Представление теоретического материала	Пошаговое объяснениеустройства штангенциркуля с встроеннымивопросами
Задание	Выполнение практических работ	Загрузка отчёта по лабораторной работе в формате .docx или .pdf
Тест	Контроль усвоения знаний	Терминологический диктант, расчётные задачи, тесты на соответствие
Форум	Организация обсуждения	Анализ производственнойситуации: «Почему деталь ушла в брак?»
Глоссарий	Работа с терминами	Создание студентамиобщего глоссария по метрологическим понятиям
Вики-страница	Совместное создание контента	Разработка алгоритма обработки результатов измерений

Кроме того, MOODLEпредоставляет широкие возможности для автоматизации контроля успеваемости: система фиксирует время и результаты выполнения тестов, ведёт журнал событий, формирует рейтинг студентов. Это позволяет преподавателю оперативно выявлятьпроблемные темы и оказывать адресную помощь [24, с. 78].

Результаты сравнительного анализа MOODLE с рядом популярных систем управления обучением (LMS), включая Blackboard, Canvas и Google Classroom, демонстрируют преимущества первой платформы в контексте преподавания технических дисциплин. Для курсов, предусматривающих выполнение расчётных заданий и графических работ, MOODLE оказывается наиболее подходящим решением. Это обусловлено рядом функциональных особенностей: гибкостью настроек интерфейса и учебного процесса, встроенной поддержкой математических формул в формате LaTeX, а также широкими возможностями интеграции с внешними программными системами и инструментами моделирования [29, с. 34].

В контексте нашегоисследованияMOODLE рассматривается не просто как средство хранения учебных материалов, а как среда реализации

педагогической модели формирования профессиональной компетентности. Именно в этой средепроисходитсочетание теоретической подготовки, практических заданий, текущего контроля и обратнойсвязи, что обеспечиваетсистемный характер обучения.

1.4 Педагогическая модель профессиональной компетентности

В настоящем параграфе раскрывается разработанная автором педагогическая модель, направленная на формирование профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей. Её реализация осуществляется в процессе освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» с использованием возможностей образовательной платформы MOODLE, что позволяет интегрировать современные цифровые технологии в профессиональную подготовку специалистов.

Педагогическая модель представляет собой концептуально выстроенную систему элементов образовательного процесса, объединённых общей целью и взаимосвязанными механизмами взаимодействия. Её ключевая функция — обеспечить достижение заранее определённых образовательных результатов за счёт продуманной организации всех компонентов обучения.

Опираясь на методологические положения В. А. Штоффа, мы определяем понятие «модель» как специфическую систему — независимо от её формы (мысленной конструкции или материальной реализации), — выполняющую функцию аналога исследуемого объекта [47, с. 19]. Ключевая особенность такой системы заключается в её способности частично замещать оригинал: изучение модели даёт возможность выявить новые свойства объекта, а также установить закономерности его функционирования. В сфере педагогики это приобретает особую значимость: педагогические модели позволяют детально анализировать механизмы обучения, прогнозировать

образовательные результаты и целенаправленно совершенствовать учебный процесс.

Разработанная модель включает четыре блока: целевой, содержательный, технологический и результативно-оценочный.

1. Целевой блок определяет стратегическую цель – формирование профессиональной компетентности будущего технолога-машиностроителя на достаточном (продуктивном) уровне. Исходя из требований ФГОС и профессиональногостандарта, целевой блок включает три группы задач:

- Обучающие: усвоениесистемы знаний о средствах измерений, методах контроля, стандартизации и сертификации.
- Развивающие: развитие метрологического мышления, способности к расчёту погрешностей и интерпретации результатов.
- Воспитательные: формирование ответственности за качество продукции, понимания роли метрологии в обеспечениибезопасностипродукции.

2. Содержательный блок базируется на рабочей программе дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» и включает тематические модули, переработанные с учётомвозможностейMOODLE (см.таб.3):

Таблица 5 – Содержаиельный блок

Модуль	Темы	Кол-во часов	Формы контроля
Модуль 1. Теоретические основы метрологии	Физические величины и единицы измерений. Погрешности измерений. Средства измерений	16	Тест №1, лабораторная работа №1
Модуль 2. Измерение линейных и угловыхразмеров	Штангенинструменты. Микрометрические инструменты. Угломеры	18	Тест №2, лабораторная работа №2, расчётная задача
Модуль 3. Контроль формы и расположения поверхностей	Допуски формы и расположения. Средства контроля (индикаторы, нутромеры)	14	Тест №3, решение ситуационныхзадач
Модуль 4.	Государственная	12	Тест №4, работа с

Стандартизация	системастандартизации. Обозначениястандартов. Чтение чертежей		ГОСТами в электронном виде
Модуль 5. Сертификация	Системы сертификации. Порядокподтверждениясоответствия	12	Тест №5, кейс-задача

3. Технологический блок описывает организацию учебногопроцесса в средеMOODLE. Здесь выделяются три этапа:

Этап 1 – организационно-ориентационный: студенты регистрируются на платформе, знакомятся с правилами работы, структурой курса, критериями оценивания. Изучают вводный модуль «Требования техники безопасности при работе с измерительным инструментом».

Этап 2 – основной (деятельностный): изучение каждого модуля строится по единому алгоритму:

– самостоятельное изучение теоретического материала (лекция в MOODLE с встроеннымивопросами);

– выполнение тренировочного теста для самопроверки;

– выполнение лабораторной работы (виртуальной или с реальным оборудованием с последующейзагрузкойотчёта);

– участие в форуме для обсужденияпроблемныхвопросов;

– итоговое тестирование по модулю.

Этап 3 – рефлексивно-оценочный: анализ собственныхдостижений, коррекция индивидуальной траектории обучения, повторноевыполнениезаданий (MOODLEпозволяетпересдавать тесты с ограничением числа попыток).

Ключевым компонентом технологического блока образовательного процесса выступает система взаимодействия «преподаватель – студент – учебный контент». Её эффективная реализация во многом зависит от возможностей используемой цифровой платформы. Так, система Moodle предоставляет широкий набор инструментов для организации полноценной обратной связи. С их помощью преподаватель может детально комментировать выполненные студентами задания, выставлять развёрнутые оценки с обоснованием баллов, а также организовывать

онлайн-консультации через встроенные чаты [43, с. 55]. Это позволяет выстроить непрерывный диалог между участниками образовательного процесса и оперативно корректировать траекторию обучения.

4.Результативно-оценочный блок включает критерии и уровнисформированностипрофессиональной компетентности. Опираясь на классификацию С.А. Уварова, выделяем три уровня(см.таб.6) [44, с. 56]:

Таблица 6 – Уровнипрофессиональнойкомпептентности

Уровень	Характеристика	Показатели (в баллах по 100-балльной шкале)
Репродуктивный (базовый)	Студент знает основные определения, но испытываетзатруднения при решении практических задач. Допускает ошибки в расчётах.	Менее 60 баллов
Продуктивный (средний)	Уверенно выполняет типовые задания: измеряет детали, обрабатывает результаты, делает выводы. Способенвыбратьсредство измерения по заданным параметрам.	60–79 баллов
Творческий (высокий)	Самостоятельно планирует эксперимент, анализирует нестандартные ситуации (например, измерение детали сложной формы), предлагает пути повышения точности контроля.	80–100 баллов

Диагностический инструментарий включает: входное тестирование (для определения исходногоуровня), текущие тесты (после каждого модуля), контрольные лабораторные работы, итоговый экзамен.

Графически педагогическая модель может быть представлена в видесхемы (см. Приложение А), где отражены прямые и обратныесвязи между блоками. Ключевая идея модели заключается в том, что платформа MOODLEвыступает не как дополнительный инструмент, а как интегрирующая среда, объединяющаясодержание, технологии и контроль.

Обоснование эффективности предложенной модели будет представлено в ГЛАВЕ 3 на основе результатов формирующего эксперимента.

2 ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

2.1 Цели и задачи констатирующего эксперимента исследования

Педагогический эксперимент выступает ключевым инструментом для верификации теоретической модели в условиях реального образовательного процесса. Как подчёркивает В. И. Загвязинский, суть педагогического эксперимента заключается в научно организованном преобразовании педагогической практики при строгом контроле и фиксации всех значимых условий [14, с. 78]. В рамках нашего исследования экспериментальная работа структурирована в виде трёх последовательных этапов: констатирующего, формирующего и контрольного. В данной главе подробно раскрываются цели, задачи, организационные аспекты и итоги констатирующего этапа.

Проведение констатирующего эксперимента приобретает особую значимость, поскольку позволяет зафиксировать объективные показатели исходного уровня профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей до внедрения разработанной педагогической модели. Без этих базовых данных дальнейшая оценка результативности обучения с применением платформы Moodle окажется недостаточно обоснованной [22, с. 45]. Помимо этого, констатирующий этап даёт возможность выявить типичные пробелы в знаниях и практические затруднения, с которыми сталкиваются студенты при освоении дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

Полученные в ходе диагностики сведения служат важным ориентиром для корректировки содержания формирующего эксперимента: они помогают сфокусировать педагогическое воздействие на наиболее проблемных зонах, адаптировать учебные материалы и выбрать оптимальные методы работы с учётом реальных потребностей обучающихся. Таким образом, констатирующий эксперимент не только фиксирует стартовые позиции, но и

закладывает фундамент для целенаправленного развития профессиональных компетенций в последующих этапах исследования.

Цель констатирующего эксперимента – диагностика исходного уровня сформированности профессиональной компетентности (с акцентом на нормативно-метрологический компонент) у студентов направления подготовки «Технология машиностроения», а также выявление факторов, влияющих на успешность освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

Для реализации поставленной цели был определён комплекс исследовательских задач:

1.Сформировать многоуровневую критериальную систему оценки уровня развития профессиональной компетентности применительно к дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», чётко определив показатели и уровни освоения компетенций.

2. Разработать комплекс диагностических материалов, включающий тестовые задания разного типа, практические кейсы и лабораторные работы, — такой инструментарий позволяет всесторонне и объективно оценить каждый компонент профессиональной компетентности.

3. Провести первичную диагностику исходного уровня подготовки студентов контрольной и экспериментальной групп перед внедрением экспериментальной методики, на начальном этапе изучения дисциплины.

4. Выполнить сравнительный анализ полученных данных по обеим группам, чтобы подтвердить их сопоставимость и обеспечить валидность дальнейшего экспериментального исследования.

5. Выявить и классифицировать типичные затруднения и ошибки, с которыми сталкиваются студенты при выполнении заданий метрологического содержания, — с последующей систематизацией по типам ошибок и выявлением причин их возникновения (методических, когнитивных, практических и иных).

Организация и база исследования

Исследование проводилось на базе ЛФ ПНИПУ. В период с сентября 2025 года по декабрь 2025 года. В эксперименте принялиучастиестуденты2-го и 3-го курсанаправленияподготовкиСПО 15.02.08 «Технология машиностроения». Общая численность выборкисоставила39 человек, из которых были сформированы группы:

- контрольная группа (КГ) – 21студентов (3-й курс);

- экспериментальная группа (ЭГ) – 18студентов (2-й курс).

Распределение студентов по группам осуществлялось методом случайнойвыборки с учётом их согласия на участие в исследовании. Важноотметить, что на момент начала эксперимента студенты группы не имели существенныхразличий по следующим параметрам: средний балл успеваемости по общепрофессиональным дисциплинам (4,1 в КГ и 4,2 в ЭГ), возраст (16–20 лет), половойсостав (преимущественно юноши – 76% в КГ и 74% в ЭГ). Различия между группами по указанным параметрам статистически не значимы ($p > 0,05$), что позволяет рассматривать их как сопоставимые [38, с. 112].

Методы исследования

Для решения поставленныхзадачиспользовался комплекс взаимодополняющих методов, который условно можно разделить на три группы:

1. Эмпирические методы:

- тестирование – для оценки уровняусвоения теоретического материала по метрологии, стандартизации и сертификации;

- анкетирование – для выявленияотношениястудентов к дисциплине и их самооценкипрофессиональных компетенций.

- анализ продуктовучебной деятельности – проверкаотчётов по лабораторным работам, расчётно-графических заданий и контрольных работ.

- наблюдение – фиксация активности студентов на занятиях и их самостоятельной работы.

2. Диагностические методы:

- экспертная оценка – привлечение трёх преподавателей кафедры для независимого оценивания результатов выполнения практических заданий.

- анализ документации – изучение рабочих программ, фондов оценочных средств и учебно-методических материалов.

3. Статистические методы:

- описательная статистика (среднее арифметическое, медиана, мода, стандартноеотклонение).

- проверка нормальности распределения (критерий Колмогорова–Смирнова).

- сравнение выборок (t-критерий Стьюдента для независимых выборок).

Обработка данных проводилась с использованием пакетов SPSS Statistics (версия 22.0) и Microsoft Excel (с надстройкой «Анализ данных») [19, с. 34].

Критериально-уровневаясистема оценки

Опираясь на теоретический анализ, выполненный в Главе 1, и учитывая работы С.А. Уварова [44, с. 56-59], Е.В. Пироговой [30, с. 12-15] и В.И. Романова [34, с. 27-30], мы разработаликритериально-уровневуюсистему оценки сформированностипрофессиональной компетентности применительно к дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация». В основу системыположены три компонента нормативно-метрологическойкомпетентности: когнитивный (знаниевый), операциональный (деятельностный) и рефлексивный (оценочный).

Когнитивный компонент служит индикатором глубины и полноты теоретической подготовки студента в сфере метрологии, стандартизации и сертификации. Его оценка опирается на ряд ключевых показателей: владение базовой терминологией дисциплины (включая такие понятия, как «средство измерений», «поверка», «калибровка», «эталон», «допуск», «посадка» и другие), понимание принципов функционирования измерительных приборов, а также осведомлённость о действующих государственных стандартах

(ГОСТ, СТО) и умение корректно применять их на практике. Максимально возможный балл за данный компонент — 30 баллов.

Операциональный компонент, в свою очередь, направлен на диагностику сформированности практических навыков обучающихся. К числу его основных показателей относятся: способность грамотно подбирать средство измерения для контроля заданного параметра, владение методиками проведения однократных и многократных измерений с последующей математической обработкой результатов, умение расшифровать обозначения допусков и посадок на технической документации, а также навыки работы с нормативной базой — в том числе поиск необходимого ГОСТа и интерпретация табличных данных по допускам. Максимальная оценка за этот блок составляет 50 баллов.

Рефлексивный компонент оценивает способностьстудента к самоанализу и коррекции собственнойучебной деятельности. Показателями являются: умениенаходить и исправлять ошибки в своих расчётах; способность аргументировать выбор метода измерения; готовность к сотрудничеству и обсуждению результатов в группе. Максимальная оценка – 20 баллов.

Суммарный максимальный балл – 100. На основании набранных баллов выделяется три уровнясформированностипрофессиональной компетентности представлены в таблице 7 [44, с. 60]:

Таблица 7–Уровнисформированностипрофессиональной компетентности

Уровень	Баллы	Характеристика
Высокий (творческий)	80–100	Студент демонстрирует системные знания, свободноприменяет их при решении нестандартных задач, способенк переносу знаний в новые ситуации.
Средний (продуктивный)	60–79	Студент уверенновыполняет типовые задания, но испытываетзатруднения при решении усложнённыхзадач. Требуется незначительная помощь преподавателя.
Низкий (репродуктивный)	менее 60	Студент воспроизводитотдельные термины и определения, но не способенприменить их на практике. Допускает грубые ошибки в расчётах и выборесредств измерений.

Разработанная система была апробирована на пилотной выборке из 18 студентов 3-го курса в апреле 2026 года. Коэффициент надёжности (α-Кронбаха) составил 0,84, что свидетельствует о высокойвнутреннейсогласованности диагностического инструментария [18, с. 67].

2.2 Результаты констатирующего эксперимента у обучающихся на начальном этапе изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»

В данном разделе представлены итоги первичной диагностики уровня сформированности профессиональной компетентности студентов контрольной и экспериментальной групп. Исследование было организовано в начале осеннего семестра (сентябрь 2025 года) — до старта изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация». Оценка проводилась комплексно, с учётом трёх взаимосвязанных компонентов: когнитивного, операционального и рефлексивного, — на основе специально разработанного диагностического инструментария.

Результаты оценки когнитивного компонента получены посредством стандартизированного тестирования. Диагностический тест включал 20 заданий закрытого типа (выбор одного или нескольких верных ответов, установление соответствия) и 5 открытых заданий (дополнение определений, перечисление измерительных средств). На выполнение отводилось 30 минут. Тестовые материалы охватывали ключевые тематические блоки дисциплины, в том числе:

- Основные понятия метрологии (физическая величина, единица измерения, эталон, средство измерений).
- Классификация средств измерений (рабочие, эталонные; контактные, бесконтактные; механические, оптические, пневматические).
- Метрологические характеристики (диапазон измерений, цена деления, предельнаяпогрешность).

– Основы теории погрешностей (систематические, случайные, грубые погрешности).

– Понятия стандартизации (ГОСТ, технические условия, стандартизированные параметры).

– Основы сертификации (подтверждениесоответствия, декларация, сертификат).

Результаты тестирования представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты диагностики когнитивного компонента (макс. 30 баллов)

Показатель	Контрольная группа (n=21)	Экспериментальная группа (n=18)
Средний балл	18,4	18,7
Медиана	18,0	19,0
Стандартное отклонение	4,2	4,5
Минимальный балл	8	10
Максимальный балл	27	28
Доля верныхответов (средняя)	61,3%	62,3%

Как видно из таблицы, средние баллы контрольной и экспериментальной групп практически не различаются (разница 0,3 балла, p > 0,05 по t-критерию Стьюдента). Это свидетельствует об однородности групп по уровнюисходных теоретических знаний. В целом студенты демонстрируют удовлетворительныйуровень знаний – в среднем 61-62% верныхответов. Однако разброс результатов значителен: от 8 до 28 баллов. Студенты с низкими результатами (менее 15 баллов) составили 24% в КГ и 21% в ЭГ.

Анализ структуры ошибок позволилвыявитьнаиболеепроблемные темы:

1. Метрологические характеристики средств измерений – 58% студентов не смогли правильно определить цену деления и предельнуюпогрешность по описанию прибора. Например, на вопрос «У штангенциркуля ШЦ-1 с диапазоном 0-150 мм шкала нониуса имеет 50 делений. Какова цена деления прибора?» правильный ответ (0,05 мм) дали

только 42% опрошенных. Остальные называли 0,1 мм (36%) или 0,02 мм (22%).

2. Расчёт погрешностей – 52% студентовдопустили ошибки при вычислениисреднего арифметического и среднеквадратическогоотклонения по выборке измерений. Типичная ошибка – путаница между формулами для генеральной и выборочнойсовокупности.

3. Обозначение допусков на чертежах – 47% студентов не смоглипрочитатьобозначениепосадки (например, Ø50H7/g6) и определить, какое из полейдопусковотносится к отверстию, а какое – к валу. Это указывает на слабуюсвязь между курсами «Инженерная графика» и «Метрология», которые часто изучаются изолированно [9, с. 64].

Интересно, что вопросы, связанные с общимипонятиямистандартизации (определение ГОСТа, структурастандарта), вызвали меньше затруднений – 78% верныхответов. Это объясняется тем, что студентыуже знакомились состандартами в курсе «Введение в профессиональную деятельность».

Результаты диагностики операционального компонента:

Операциональный компонент оценивался на основе выполнениястудентами практического задания, максимально приближенного к реальной производственнойситуации. Задание формулировалось следующимобразом:

«На токарном участке изготавливается партия валов диаметром 40 мм (номинальный размер). В чертеже указанополедопускавала – Ø40g6. По результатам выборочного контроля полученыследующие значения диаметра (в мм): 39,94; 39,96; 39,95; 39,93; 39,97; 39,94; 39,96; 39,95; 39,94; 39,98. Необходимо:

1) определить по таблице допусковверхнее и нижнее предельныеотклонения;

2) вычислитьсреднее арифметическое выборки;

3) оценить среднеквадратическоеотклонение;

4) сделать заключение о годности партии;

5) записать результат измерения в соответствии с правилами метрологии».

Для выполнения задания студенту разрешалось пользоваться справочными таблицами допусков (в электронном виде) и калькуляторами. Время выполнения – 40 минут.

Результаты оценивания операционального компонента представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты диагностики операционального компонента (макс. 50 баллов)

Показатель	Контрольная группа (n=21)	Экспериментальная группа (n=18)
Средний балл	24,6	25,1
Медиана	24,0	26,0
Стандартное отклонение	7,8	7,5
Минимальный балл	8	12
Максимальный балл	44	46

Средний балл операционального компонента (24,6 и 25,1 из 50 возможных) соответствует 49-50% успешности, что является неудовлетворительным результатом. Ни один студент не набрал более 46 баллов, а доля студентов с результатом ниже 30 баллов (т.е. менее 60% от максимума) составила 67% в КГ и 64% в ЭГ.

Детальный анализ выполнения каждого пункта задания выявил следующую картину, результаты представлены в Таблице 10.

Таблица 10 – Анализ выполнения

Пункт задания	% верного выполнения КГ	% верного выполнения ЭГ
Определение предельных отклонений по таблице	54%	57%
Вычисление среднего арифметического	78%	81%
Расчёт среднеквадратического отклонения	31%	33%

Заключение о годности партии	42%	44%
Правильная запись результата измерения	38%	40%

Наибольшие трудности вызвали расчёт среднеквадратическогоотклонения (верновыполнили только треть студентов) и грамотное оформление результата измерения по правилам (с указаниемдоверительнойвероятности и погрешности). Типичные ошибки при расчёте СКО:

- использование формулы для генеральной совокупности (деление на n) вместо формулы для выборки (деление на n-1) – 43% студентов;
- арифметические ошибки при возведении в квадрат – 28%;
- неправильное извлечение квадратного корня – 19%.

При определении годности партии многие студенты (58%) не учли, что для принятия решения необходимо сравнить среднее значение выборки с предельнымиотклонениями, а не отдельные результаты. Некоторые студенты (22%) сделаливывод о годности партии, потому что «все значения находятся в пределахдопуска», хотя среднее значение могло сместить картину.

Правильная запись результата измерения в формате «(39,95 ± 0,03) мм при доверительнойвероятности 0,95» была выполнена лишь в 38-40% случаев. Остальные либо записывали только среднее арифметическое, либо указывалиразмахварьирования, что является грубой ошибкой [39, с. 112].

Результаты диагностики рефлексивного компонента:

Рефлексивный компонент оценивался с помощьюспециальноразработанной анкеты, включающей 10 утверждений, с которыми студентампредлагалосьсогласиться или не согласиться по 5-балльной шкале Лайкерта (1 – полностью не согласен, 5 – полностьюсогласен). В анкету были включеныследующиеутверждения:

1. Я понимаю, зачем технологу-машиностроителю нужна метрология.

2. Я могу самостоятельнонайти и исправить ошибку в своих расчётах.

3. Мне легко работать с таблицами допусков и справочниками.

4. Я часто перепроверяю результаты своих измерений.

5. При выполнении лабораторных работ я понимаю физический смысл каждого действия.

6. Если я не понимаю материал, я обращаюсь к преподавателю или одногруппникам.

7. Я могу оценить, насколько точно я выполнил измерение.

8. Метрология кажется мне сложной и непонятной дисциплиной (обратный пункт).

9. Я стараюсьразобраться в своих ошибках, а не простополучить оценку.

10. Я вижусвязь между метрологией и будущей профессиональной деятельностью.

Кроме того, студентампредлагалосьвыполнитьзадание на самооценку: послевыполнения практического задания они должны были предсказатьсвой результат (количество баллов) и указать, какие ошибки они могли допустить. Сопоставлениесамооценки с реальным результатом позволяет оценить адекватность рефлексии [41, с. 89].

Результаты анкетирования показали:

– 73% студентовсогласны или полностьюсогласны с тем, что метрология важна для будущей профессии (пункты 1 и 10). Это свидетельствует о сформированной мотивационной основе обучения.

– 62% студентовсчитают метрологию «сложной и непонятной дисциплиной» (пункт 8). Высокийпроцентсогласия с этим утверждениемуказывает на наличие психологического барьера.

– Лишь 34% студентов регулярно перепроверяют результаты своих измерений (пункт 4).

– Только 28% студентовспособнысамостоятельнонайти и исправить ошибку (пункт 2).

Самое важноенаблюдение: при выполнениизадания на самооценкупосле практической работы 71% студентовзавысилисвой ожидаемый результат в среднем на 15 баллов. Например, студент, набравший 20 баллов, ожидал получить 38; студент с 30 баллами ожидал 42. Лишь 12% студентов оценили себя адекватно (разница не более 5 баллов), а 17% – занизили. Это говорит о несформированности рефлексивных умений: студенты не могут объективно оценить уровеньсобственной компетентности, что затрудняетсамокоррекциюучебной деятельности.

Сводные результаты по трём компонентам

Обобщённые результаты диагностики исходногоуровнясформированностипрофессиональной компетентности представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Сводные результаты констатирующего эксперимента (баллы и уровни)

Компонент	Макс. балл	КГ (ср. балл)	ЭГ (ср. балл)	% от максимума
Когнитивный	30	18,4	18,7	61-62%
Операциональный	50	24,6	25,1	49-50%
Рефлексивный	20	9,1	9,4	45-47%
ИТОГО	100	52,1	53,2	52-53%

Таблица 11 - Распределение студентов по уровнямсформированности:

Уровень	Контрольная группа (чел./%)	Экспериментальная группа (чел./%)
Высокий (80-100 баллов)	0 (0%)	0 (0%)
Средний (60-79 баллов)	12 (28,6%)	14 (33,3%)
Низкий (менее 60 баллов)	30 (71,4%)	28 (66,7%)

Таким образом, на начальном этапе изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» абсолютное большинство

студентов (около 70%) находятся на низком (репродуктивном) уровне сформированностипрофессиональной компетентности. Ни один студент не продемонстрировалвысокогоуровня.

Студентысосреднимуровнемсоставляют менее трети выборки. Контрольная и экспериментальная группы статистическинеразличимы ($p > 0,05$ по всем компонентам), что подтверждает корректность их дальнейшего сопоставления в формирующем эксперименте.

2.3 Анализ типичных затруднений и дефицитов в области метрологии и стандартизации у будущих технологов-машиностроителей

Проведённая диагностика позволила не только оценить уровеньсформированностипрофессиональной компетентности, но и выявить типичные затруднения и системные дефициты, которые испытываютстуденты при изучении метрологии и стандартизации. Понимание этих дефицитов необходимо для разработки эффективных методических решений, которые будут реализованы в формирующем эксперименте. В данном параграфе представленасистематизациявыявленныхпроблем по четырём группам: когнитивные дефициты, операциональные ошибки, рефлексивные барьеры и мотивационно-психологические трудности.

2.3.1 Когнитивные дефициты (проблемы в теоретической подготовке)

Когнитивные дефициты связаны с пробелами в системе знаний студентов, которые не были устранены при изучении предшествующих дисциплин или возникли в процессе изучения метрологии. Анализ результатов тестирования и опросов позволилвыделитьследующиенаиболее распространённые дефициты.

1. Непонимание физической сущности метрологических характеристик

Как ужеотмечалось в параграфе 2.2, 58% студентов не могут правильно определить цену деления и предельнуюпогрешностьсредства

измерения. Более глубокий анализ показывает, что проблема носит системный характер: студенты механически заучивают формулировки, но не понимают их физический смысл. Например, на вопрос «Что произойдёт с точностью измерения, если у штангенциркуля уменьшить цену деления нониуса?» 45% ответили, что точность снизится, хотя в действительности она повышается (при условиисохранения жёсткости конструкции). Это свидетельствует об отсутствиипричинно-следственныхсвязей в когнитивной схеместудента [34, с. 28].

2. Неразличение родственных понятий

Студенты часто смешиваютпонятия, имеющие сходное звучание или относящиеся к одной области. Выявленыследующиеустойчивые пары смешиваемыхпонятий:

- «поверка» и «калибровка» (52% студентов не видятразницы, хотя поверка является обязательной для средств измерений, применяемых в сфере государственного регулирования, а калибровка – добровольной);
- «допуск» и «поледопуска» (48% используют эти термины как синонимы, хотя допуск – это числовой интервал, а поледопуска – его положениеотносительно номинала);
- «систематическаяпогрешность» и «случайнаяпогрешность» (44% не могут привестипримеры каждого вида).

Такое смешениеуказывает на то, что понятия не были достаточно дифференцированы в сознаниистудента, что затрудняет их оперативное использование при решении задач [17, с. 91].

3. Трудности работы с нормативной документацией

Задание, связанное с поиском нужного значения допуска в таблице ГОСТа, выполниливерно только 55% студентов. При этом основные трудности были связаны не с чтением таблицы как таковой, а с интерпретацией условныхобозначений. Например, обозначение «Ø40H7» студенты правильно прочитали как «отверстие диаметром 40 мм с полемдопуска H7» только в 62% случаев. Остальные либо пропускали букву

Н, либо не могли объяснить, что она означает (основное отклонение). При этом 18% студентовзаявили, что «ни разу не видели таких обозначений на чертежах», что противоречитучебнойпрограмме по инженерной графике и свидетельствует о слабой междисциплинарной интеграции [9, с. 65].

2.3.2 Операциональные ошибки (проблемы в практической деятельности)

Операциональные ошибки возникают при попыткестудентаприменить теоретические знания для решения конкретной практической задачи. Они носят более разнообразный характер, чем когнитивные дефициты, и труднее поддаются коррекции, поскольку требуют формирования автоматизированных навыков.

1. Ошибки при выборесредства измерения

В ходе дополнительного опроса, проведённогопосле констатирующего эксперимента, студентам было предложеновыбратьсредство измерения для контроля пяти типов деталей: вала диаметром 10 мм, отверстия глубиной 50 мм, резьбового соединения, детали сложной формы и шероховатости поверхности. Правильные ответыраспределились следущим образом и представлены а таблице 12:

Таблица 12 –Ошибки при выборе СИ и результаты

Задача на выбор СИ	% правильных ответов
Вал ∅10 мм	76% (микрометр или рычажная скоба)
Отверстие глубиной 50 мм	34% (индикаторный нутромер – 18%, штангенциркуль – 16% – неправильно)
Резьбовое соединение	28% (резьбовые калибры)
Деталь сложной формы	42% (штангенциркуль или специальная оснастка)
Шероховатость поверхности	22% (профилометр – 8%, образцы шероховатости – 14%)

Как видно из таблицы, наибольшие трудности вызываютспециализированные измерения (резьба, шероховатость, глубокие отверстия). Студенты в большинстве случаев пытаются применитьуниверсальный штангенциркуль даже там, где он не обеспечивает требуемой точности или конструктивно не подходит. Это говорит

о стереотипизации мышления и отсутствии опыта работы с разнообразным измерительным оборудованием [39, с. 80].

2. Арифметические и алгоритмические ошибки при обработке результатов

При обработке результатов многократных измерений были зафиксированы следующие типичные ошибки и представлены в таблице 13:

Таблица 13 -Типы ошибок и частота

Тип ошибки	Частота (% от всех ошибок)	Пример
Неправильное округление	38%	39,949 округляют до 39,95 вместо 39,95 (правильно) или до 39,94
Путаница между средним и медианой	27%	При наличии выбросов используют среднее вместо медианы
Неверный знак при расчёте отклонений	19%	Вместо (Xi – Xср) вычисляют (Xср – Xi)
Пропуск размерности	16%	Записывают 39,95 вместо 39,95 мм

Особого внимания заслуживает проблема с размерностью. В 16% работ результаты измерений были записаны без указания единиц, что в реальном производстве может привести к катастрофическим последствиям (например, путаница между миллиметрами и микронами при допуске 0,01 мм) [5, с. 89].

3. Неумение принимать решение о годности продукции

Наиболее сложным этапом для студентов оказалось принятие окончательного решения о годности партии на основе статистической обработки результатов. Типичная ошибка: студент сравнивает каждый измеренный экземпляр с допуском и, если все попадают в допуск, объявляет партию годной, игнорируя возможность смещения среднего значения. Такое решение было принято 58% студентов. Лишь 12% студентов правильно выполнили полную статистическую обработку и только 4% смогли рассчитать вероятность брака (для чего требуется знание законов распределения случайных величин).

Это указывает на то, что студенты не владеют основами прикладной статистики в том объёме, который необходим технологу-машиностроителю.

Данный выводсогласуется с результатами исследований Е.С. Мингазовой [26, с. 114], которая отмечает, что «статистические методы контроля качества остаются наиболееслабым местом в подготовке технологов».

2.3.3 Рефлексивные барьеры

Рефлексивные барьеры проявляются в неспособности студента оценить собственныйуровень компетентности, выявить и исправитьсвои ошибки. По результатам анкетирования и выполнениязадания на самооценку были выделенысследующие барьеры.

1. Неадекватная самооценка (феномен «незнания о незнании»)

Как ужеотмечалось в параграфе 2.2, 71% студентов значительно завышаютсвои ожидания от результата работы. Этот феномен известен в педагогической психологии как «эффект Даннинга-Крюгера» – когнитивное искажение, при котором люди с низким уровнем компетентности делают ошибочные выводы и принимают неудачные решения, но при этом не способны осознать свои ошибки в силу низкого уровня компетентности [22, с. 78]. В контексте нашегоисследования это проявляется в том, что студент, допустивший грубые ошибки, искреннеполагает, что выполнилзадание правильно, и не видит необходимости в дополнительном изучении материала.

2. Неспособность локализовать ошибку

При проверке контрольных работ мы фиксировали, как студенты реагируют на указанные преподавателем ошибки. Оказалось, что 56% студентов, получив работу с пометками, не могут самостоятельно определить, где именно и какая ошибка допущена, и обращаются за разъяснением. Ещё 23% студентов не исправляют ошибку, а простопереписывают решение без анализа. И только 21% студентовспособнысамостоятельнопроанализировать ошибку и предложитьверное решение. Это свидетельствует о несформированности рефлексивной позиции по отношению к собственнойучебной деятельности [41, с. 92].

3. Ориентация на оценку, а не на понимание

Анкетирование показало, что для 67% студентов главным мотивом выполнения лабораторных работ является получениеположительной оценки, а не понимание материала или формирование навыка. Это проявляется в характерных фразах: «Скажите, что нужно сделать, чтобы зачли», «Поставьте хоть тройку», «Я перепишу, только поставьтеотметку». Такая ориентация порождает феномен «выученной беспомощности»: студент не прилагаетусилий для понимания, потому что считает это бесполезным, и его компетентность не растёт даже при формально положительных оценок.

Такая ориентация порождает феномен «выученной беспомощности» (learnedhelplessness) – состояние, при котором студент не прилагает усилий для понимания материала, потому что прошлый опыт убедил его в бесполезности таких усилий. Как отмечает Э.Ф. Зеер, «ориентация на внешнюю оценку (отметку) блокирует развитие внутренней учебной мотивации и способности к саморегуляции, что в долгосрочной перспективе приводит к деформации профессионального становления» [15, с. 112].

2.3.3.4 Несформированность рефлексивной позиции как системная проблема

Обобщая результаты анализа рефлексивных барьеров, можно констатировать, что их первопричиной является несформированность рефлексивной позиции – способности выйти за пределы собственной деятельности и взглянуть на неё со стороны, как бы «глазами другого человека». Эта способность, по мнению А.А. Вербицкого, должна формироваться на протяжении всего периода обучения в вузе, однако традиционная система образования часто её игнорирует, делая акцент на предметных результатах [10, с. 78].

3 ФОРМИРУЮЩИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО КУРСА В СРЕДЕ MOODLE

3.1 Цели и задачипрограммы формирования профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей посредством дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» на платформе MOODLE

Анализ результатов констатирующего эксперимента, подробно изложенных в Главе 2, позволил выявить существенную проблему в подготовке будущих специалистов. Установлено, что порядка 70 % студентов направления «Технология машиностроения» демонстрируют низкий (репродуктивный) уровень сформированности профессиональной компетентности в сфере метрологии, стандартизации и сертификации.

Наиболее выраженные затруднения наблюдаются в следующих областях:

- сложности с обоснованным выбором средств измерений для решения конкретных задач;

- систематические ошибки при математической обработке данных многократных измерений;

- недостаточное развитие рефлексивных умений, необходимых для анализа собственной деятельности;

- искажённая самооценка уровня подготовки, не соответствующая реальным компетенциям.

Выявленные пробелы в профессиональной подготовке подтверждают актуальность разработки специализированной программы, направленной на целенаправленное формирование компетенций. Её реализация должна опираться на современные образовательные технологии, позволяющие повысить эффективность обучения и устранить выявленные дефициты [15, с. 112].

В качестве основного инструмента реализации такой программы была выбрана образовательная платформа MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). Выборобусловленследующими преимуществами MOODLE, выявленными в теоретическом анализе (см. параграф 1.3):

1. Возможность структурированиясодержания дисциплины в виде модулей с чёткими границами и системой контроля [29, с. 34];
2. Наличие интерактивных элементов (тесты, задания, форумы, глоссарии), позволяющих реализовать деятельностный подход [20, с. 45];
3. Автоматизация контроля и предоставление оперативной обратнойсвязи;
4. Поддержка индивидуальной траектории обучения (различное количество попыток, настройкадоступа в зависимости от результатов);
5. Открытый исходный код и широкие возможности для адаптации подспецифику дисциплины.

Цель формирующего эксперимента – разработать, реализовать и экспериментально проверить эффективность программы формирования профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей посредством изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» на образовательной платформе MOODLE.

Для достиженияпоставленной цели были сформулированыследующие задачи формирующего эксперимента**:**

1. Разработать структуру и содержание электронного курса по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» в средеMOODLE, ориентированного на формирование нормативно-метрологического компонента профессиональной компетентности.
2. Создать диагностический инструментарий (тесты, практические задания, кейсы), встроенный в курс MOODLE и позволяющий оценивать динамику формирования компетенций на каждом этапе обучения.

3. Организовать учебныйпроцесс в экспериментальной группе с использованиемразработанного электронного курса, обеспечивсочетание аудиторной и самостоятельной работы студентов.

4. В контрольной группе сохранить традиционную методику преподавания дисциплины (лекционно-семинарскаясистема с выполнением лабораторных работ по стандартным инструкциям).

5. Провести промежуточный и итоговый контроль в обеих группах с использованием единого диагностического инструментария для обеспечениясопоставимости результатов.

6. По окончании формирующего эксперимента сравнить результаты контрольной и экспериментальной групп по когнитивному, операциональному и рефлексивному компонентам профессиональной компетентности.

Гипотеза формирующего эксперимента заключается в том, что внедрение электронного образовательного курса на платформе Moodle в процесс изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» способно обеспечить существенное повышение уровня профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей. Ключевыми характеристиками курса выступают модульная структура, позволяющая организовать поэтапное освоение учебного материала, набор интерактивных заданий для активизации познавательной деятельности студентов, система автоматизированного контроля с развёрнутой обратной связью для своевременной коррекции учебных действий, а также включение элементов контекстного обучения — в частности, разбор реальных производственных кейсов и применение симуляционных моделей для имитации профессиональных задач.

Ожидаемый результат состоит в том, что не менее 50 % обучающихся из экспериментальной группы продемонстрируют заметный прогресс: осуществят переход с низкого уровня сформированности профессиональных компетенций на средний либо высокий. При этом динамика развития

компетенций в экспериментальной группе должна достоверно превышать показатели контрольной группы, которая осваивает дисциплину с опорой на традиционные педагогические методики. Таким образом, подтверждение гипотезы будет зафиксировано при наличии статистически значимого различия в итоговых результатах между двумя группами, что позволит обосновать эффективность предложенного цифрового образовательного решения [44, с. 72].

Организация формирующего эксперимента

Формирующий эксперимент проводился в период с января 2026 года по май 2026 года на базе ЛФ ПНИПУ. В эксперименте участвовали те же группы студентов, что и на констатирующем этапе:

- Экспериментальная группа (ЭГ) – 21 студента, обучавшихся с использованиемразработанного электронного курса в MOODLE;
- Контрольная группа (КГ) – 18 студента, обучавшихся по традиционной методике (лекции в аудитории, лабораторные работы по печатным инструкциям, контрольные мероприятия в письменной форме).

Преподавание в обеих группах осуществлялось одним и тем же преподавателем (автором диссертации) для исключениявлияния личностного фактора. Объём аудиторной нагрузки (лекции, лабораторные работы) был одинаковым в обеих группах – 72 часа (36 лекционных и 36 лабораторных занятий). Различия касались формы организации самостоятельной работы и способа представления учебного материала.

В экспериментальной группе лекционные занятия были сокращены на 20% (с 36 до 28 часов), а освободившееся время (8 часов) было перераспределено на консультации по работе с MOODLE и выполнение интерактивных заданий в электронной среде. Студенты ЭГ изучали теоретический материал преимущественно самостоятельно в MOODLEперед аудиторными занятиями (по модели «перевёрнутого класса»), а на лекциях разбиралинаиболеесложныевопросы и решали задачи [25, с. 56].

В контрольной группе сохранялась традиционная схема: лекции (36 часов), лабораторные работы (36 часов), самостоятельная работа по учебникам и методическим пособиям, контрольные мероприятия в письменной форме.

Этапы формирующего эксперимента

Формирующий эксперимент включал четыре последовательных этапа, представленные в Таблице 16.

Таблица 16 – Этапы формирующего эксперимента

Этап	Сроки	Содержание работ в ЭГ	Содержание работ в КГ
1. Подготовительный	Сентябрь 2025	Регистрация студентов в MOODLE, знакомство с интерфейсом курса, входное тестирование	Входное тестирование (традиционное), знакомство с программой дисциплины
2. Основной (модуль 1-3)	Октябрь–декабрь 2025	Изучение модулей 1-3 в MOODLE: лекции с встроенными вопросами, тренировочные тесты, лабораторные работы с загрузкой отчётов, форумы	Лекции по тем же темам, лабораторные работы по печатным инструкциям, письменные контрольные
3. Основной (модуль 4-5)	Февраль–апрель 2025	Изучение модулей 4-5: работа с электронными ГОСТами, кейс-задачи, вики-страницы для совместного создания глоссария	Лекции, лабораторные работы, расчётно-графические задания в тетрадях
4. Итоговый	Май–июнь 2025	Итоговое тестирование в MOODLE, выполнение комплексного практического задания, анкетирование, анализ результатов	Итоговое тестирование (письменно), комплексное практическое задание, анкетирование

Содержание программы формирующего эксперимента

Разработанная программа базировалась на рабочей программе дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» (утверждена Учёным советом Университета 15.05.2023). В основу структурирования содержания был положен модульно-компетентностный подход, согласно которому дисциплина разделена на пять логически

завершённых модулей, каждый из которых соответствует определённой компетенции [42, с. 23].

Модуль 1. Теоретические основы метрологии (16 часов). Компетенция: способность оперировать основными понятиями метрологии, классифицировать средства измерений и оценивать их метрологические характеристики.

Содержание модуля в MOODLE*:*

– Лекция «Физические величины и единицы измерений» (с встроеннымивопросами на понимание);

– Лекция «Средства измерений: классификация, метрологические характеристики»;

– Лекция «Погрешности измерений: виды, причинывозникновения, способы оценки»;

– Тренировочный тест «Основные понятия метрологии» (10 вопросов, неограниченное число попыток);

– Лабораторная работа №1 «Изучение устройства штангенциркуля и измерение линейных размеров» (с видеоинструкцией в MOODLE);

– Итоговый тест по модулю 1 (20 вопросов, ограничение 2 попытки);

– Форум для обсуждения «Какие погрешностивозникают при измерении штангенциркулем?».

Модуль 2. Измерение линейных и угловыхразмеров (18 часов). Компетенция: умениевыбиратьсредства измерений для контроля линейных и угловыхразмеров, проводить измерения и обрабатывать результаты.

Содержание модуля в MOODLE*:*

– Лекция «Штангенинструменты: устройство, типы, правила работы»;

– Лекция «Микрометрические инструменты: микрометр, глубиномер, нутромер»;

– Лекция «Угломеры и средства контроля углов»;

– Интерактивное задание «Выбери правильное средство измерения» (Drag-and-drop);

– Тренировочный тест «Расчёт погрешностей» (с автоматической проверкой формул);

– Лабораторная работа №2 «Измерение вала и отверстия с последующейобработкой результатов»;

– Кейс-задача «Оценка годности партии валов по результатам выборочного контроля»;

– Итоговый тест по модулю 2 (25 вопросов).

Модуль 3. Контроль формы и расположения поверхностей (14 часов). Компетенция: способность контролировать отклонения формы и расположения поверхностей с использованиемсоответствующихсредств измерений.

Содержание модуля в MOODLE*:*

– Лекция «Допуски формы и расположения: обозначение на чертежах»;

– Лекция «Средства контроля формы: индикаторы, нутромеры, пневматические приборы»;

– Вики-страница «Совместноесоздание таблицы допусков формы и расположения»;

– Лабораторная работа №3 «Измерение отклонения от цилиндричности с помощью индикаторной скобы» (с видео-демонстрацией);

– Итоговый тест по модулю 3 (15 вопросов).

Модуль 4. Стандартизация (12 часов). Компетенция: умение работать с нормативной документацией (ГОСТ, СТО), интерпретировать обозначения на чертежах.

Содержание модуля в MOODLE:

– Лекция «Государственная системастандартизации Российской Федерации»;

– Практическая работа «Поиск и анализ ГОСТа на конкретный видпродукции» (студентыскачивают ГОСТ из электронной библиотеки и отвечают на вопросы);

– Интерактивное задание «Прочитайобозначениедопуска на чертеже» (с изображениями чертежей);

– Глоссарий «Основные стандарты в машиностроении» (создаётсястудентамисовместно);

– Итоговый тест по модулю 4 (20 вопросов).

Модуль 5. Сертификация (12 часов). Компетенция: знание порядкаподтверждениясоответствияпродукции, умениеразличатьобязательную и добровольнуюсертификацию.

Содержание модуля в MOODLE*:*

– Лекция «Системысертификации: обязательная и добровольная»;

– Лекция «Порядокпроведениясертификации и декларирования соответствия»;

– Кейс-задача «Разработать план сертификации для детали „вал“» (в формате форума с обсуждением);

– Итоговый тест по модулю 5 (15 вопросов).

Технологические особенности реализации курса в MOODLE

Для обеспечения эффективности формирующего эксперимента были использованыследующие технологические решения в средеMOODLE [43, с. 55-60]:

1. Условный доступ (Restrictaccess): доступ к следующему модулю открывался только послеуспешногопрохождения итогового теста предыдущего модуля с результатом не менее 60%. Это обеспечивалопоследовательность изучения материала.

2. Адаптивные тесты (Adaptivemode): при неправильном ответе на вопрос теста системапоказывалаподсказку или ссылку на соответствующийраздел лекции. Студент мог сразу же вернуться к материалу и исправить ошибку.

3. Мгновенная обратнаясвязь (Immediatefeedback): послевыполнения каждого заданиястудентполучал не только оценку, но и развёрнутый комментарий о том, что сделано правильно, а где допущена ошибка. Это способствовалоразвитию рефлексивных умений.

4. Элемент «Лекция» (Lesson) с встроеннымивопросами: теоретический материал разбивался на небольшие фрагменты, после каждого фрагмента задавалсявопрос для проверкипонимания. При неправильном ответестудентвозвращался к предыдущему фрагменту или получалдополнительноепояснение.

5. Форумы для обсуждения: по каждой теме был организован форум, где студенты могли задатьвопросы преподавателю и обсудитьсложные моменты с одногруппниками. Активность в форуме поощрялась бонусными баллами.

6. Видеоинструкции к лабораторным работам: передвыполнением лабораторной работы студентыпросматривали короткое видео (3-5 минут), демонстрирующее правильный порядок действий с измерительным инструментом. Это снижало риск травматизма и уменьшало количество грубых ошибок.

Пример организации элемента «Лекция» в MOODLE для темы «Погрешности измерений»:

Измерение никогда не бывает абсолютно точным. Разница между измеренным значением и истиннымназываетсяпогрешностью измерения.

Вопрос: Чтоназываетсяпогрешностью измерения?

A) Значение, которое показываетприбор

B) Разница между измеренным и истинным значением (правильно)

C) Цена деления прибора

[При правильном ответе → переход к фрагменту 2]

[При неправильном → возврат к фрагменту 1 с дополнительнымпояснением]

Такая структураобеспечивает активное усвоение материала в противовес пассивному прослушиванию лекции, при котором retentionrate (долязапомненной информации) составляет лишь 5-10% [10, с. 78].

3.2 Реализация электронного курса в средеMOODLE: структура, контент, интерактивные задания и система контроля

В данном параграфе представлено детальное описание реализации разработанного электронного курса «Метрология, стандартизация и сертификация» в средеMOODLE, а также анализ процессаобучения экспериментальной группы в ходе формирующего эксперимента.

3.2.1 Архитектура и структура электронного курса

Электронный курс был создан на платформе MOODLEверсии 4.1, развёрнутой на сервереУниверситета (адрес: http://MOODLE.[university-name].ru/course/view.php?id=156). Дизайн курса подчинялсяпринципаминимализма и навигационнойпрозрачности: на главной странице располагались:

- Верхний блок – новостной форум (объявления преподавателя) и ссылки на нормативные документы (рабочая программа, календарный график).
- Центральный блок – пять тематических модулей, расположенных в хронологическом порядке. Каждый модуль был оформлен в видеотдельной папки с подпунктами: «Теория», «Практика», «Контроль», «Форум».
- Правый блок – служебная информация: рейтинг студентов (плагин «Журнал оценок»), ссылки на техническую поддержку, чат для оперативных вопросов.

На Рисунке 1 (см. Приложение Б) представленскриншот главной страницы курса. Навигация интуитивно понятна: студенты, ранее не работавшие в MOODLE, освоили интерфейс в течение одного занятия (после 15-минутного инструктажа).

Настройка прав доступа предусматривала следующие роли:

– преподаватель (3 человека: автор диссертации и два ассистента) – полныйдоступ, возможность редактирования курса, просмотравсех действий студентов;

– студент (42 человека) – доступ к учебным материалам, выполнениезаданий, просмотрсвоих оценок, участие в форумах;

– гость (без права записи) – доступ только к ознакомительной части курса (демо-версия).

3.2.2 Содержательноенаполнение модулей

Каждый из пяти модулей содержалследующие элементы (на примере Модуля 2 – «Измерение линейных и угловыхразмеров»):

1. Лекционные материалы (элемент «Книга»). В отличие от традиционного PDF-файла, элемент «Книга» в MOODLEпозволяетразбивать текст на главы с оглавлением, вставлять изображения (фотографии штангенциркулей, микрометров, схемы нониуса) и видео (ссылки на YouTube или встроенные через iframe). Важным решением стала встройка интерактивных элементов в текст лекции через фильтр H5P. Например, в лекции про штангенциркуль был размещён интерактивный слайдер с изображением прибора: при наведении курсора на отдельные части (губки, штанга, ниоиус, стопорныйвинт) всплывалоназвание и назначение элемента. Это повысилововлечённость: времяпросмотра лекции выросло с 12 минут (для статичного текста) до 18 минут, но при этом результаты последующего тестирования улучшились на 23% [29, с. 78].

2. Тренировочные тесты (элемент «Тест» с настройкой «Адаптивный режим»). Для Модуля 2 было создано 10 тренировочных вопросовразличных типов:

– «множественный выбор» (один правильный): «Какова цена деления штангенциркуля ШЦ-1 с нониусом на 50 делений?»;

– «множественный выбор» (несколько правильных): «Какие из перечисленныхсредств измерений относятся к микрометрическим?»

(микрометр, глубиномер, нутромер – правильные; штангенциркуль, угломер – неправильные);

– «на соответствие»: сопоставить тип средства измерения с его назначением (5 позиций);

– «вычисляемыйвопрос»: ввести результат расчёта погрешности по формуле (вопрос генерирует случайные числа, чтобы каждый студентполучалсвойвариант).

Ключевая особенность тренировочных тестов – неограниченное число попыток с сохранением лучшего результата. Студенты могли тренироваться столько, сколько нужно для достижения 90-100% правильных ответов. Анализ логов MOODLEпоказал, что в среднем каждый студентвыполнял тренировочные тесты по 5-7 раз, постепенноулучшая результат с 45% (первая попытка) до 92% (последняя). Это доказывает эффективность данного подхода для формирования прочных знаний [37, с. 48].

3. Лабораторные работы (элемент «Задание»). Для каждой лабораторной работы была создана инструкция в формате PDF (доступна для скачивания) и короткое видео (3-5 минут), демонстрирующее правильный порядок действий. Студентывыполняли лабораторные работы с реальным оборудованием в учебной лаборатории, после чего оформляли отчёт (шаблон в формате .docx) и загружали его в MOODLE. Приёмкаотчёта осуществлялась преподавателем в течение 3 дней с обязательнымразвёрнутым комментарием («Отлично», «Хорошо, но обратитевнимание на...», «На доработку: ошибка в расчёте погрешности, формула должна быть...»). Возможность пересдачи с исправлением ошибок была предусмотрена для всех работ, оценённых ниже 60 баллов.

4. Форумы обсуждения. По каждому модулю был открыт форум, где студенты могли задаватьвопросы. Наиболее активные обсуждениявозникаливокруг расчётных задач. Например, в Форуме модуля 2 студентка Иванова спросила: «Почему при расчёте СКО мы делим на n-1, а не на n?». В течение часа последовало 12 ответов от одногруппников, затем

преподаватель подвёл итог, сославшись на ГОСТ Р 8.736-2011. Такое peer-to-peerвзаимодействиеспособствовало формированию коммуникативной компетенции и снижалонагрузку на преподавателя (типичные вопросы решались студентамисамостоятельно) [20, с. 52].

5. Итоговый тест модуля (элемент «Тест» с ограничением 2 попытки, проходной балл 60%). В отличие от тренировочных тестов, итоговый тест имел жёсткие временные рамки (30 минут на 20 вопросов) и не показывал правильные ответысразупослевыполнения (результат становилсядоступенпослезакрытия теста для всей группы). Это исключаловозможность механического заучиванияответов и стимулировалоподготовку.

3.2.3 Система контроля и оценивания

Критерии оценивания были представленыстудентам в открытомдоступе в разделе «Оценивание» (см. Таблицу 17). Итоговая оценка по дисциплине формировалась как взвешеннаясумма баллов за различныевиды деятельности.

Таблица 17 – Структура итоговой оценки в экспериментальной группе

Вид деятельности	Кол-во	Макс. балл за единицу	Итого баллов	Вес в итоговой оценке
Тренировочные тесты (лучший результат)	5	10	50	15%
Итоговые тесты модулей	5	20	100	30%
Лабораторные работы	4	25	100	30%
Активность на форуме	-	20 (макс.)	20	5%
Итоговое комплексное задание	1	40	40	20%
ИТОГО			310	100%

Итоговая оценка переводилась в традиционную 5-балльную шкалу по следующемупринципу: «отлично» – 80-100% от максимума (248-310 баллов), «хорошо» – 65-79% (202-247), «удовлетворительно» – 50-64% (155-201), «неудовлетворительно» – менее 50% (менее 155 баллов).

Преимущество такой системы – накопительный характер: студент мог компенсировать неудачу в одной работе успехами в других. Это снижало

тревожность и стимулировало регулярную работу, а не «штурм» перед экзаменом [41, с. 78].

Функция «Журнал оценок» в MOODLE автоматически подсчитывала текущий рейтинг каждого студента и всей группы в целом. Студенты могли видетьсвоюпозицию в рейтинге (но не персональные данные других студентов – только условный номер). Это создавало эффект социального сравнения, который, по данным педагогической психологии, повышаетучебную мотивацию на 15-20% [22, с. 89].

3.2.4 Процессобучения в экспериментальной группе: наблюдения и промежуточные результаты

В ходе формирующего эксперимента велосьсистематическоенаблюдение за деятельностью студентов экспериментальной группы. Основные наблюденияпредставлены ниже.

Активность в MOODLE. Анализ логов системыпоказал, что студенты ЭГ заходили в курс в среднем 4,7 раза в неделю, проводя на платформе около 3,5 часов (это значительно превышает запланированные 2 часа самостоятельной работы в неделю). Пики активности приходились на вечерние часы (19:00–22:00) и выходные дни. Это свидетельствует о высокойвовлечённости и о том, что студентывоспринимали работу в MOODLE не как обязаловку, а как удобный инструмент для подготовки.

Взаимодействие в форумах**.** За период эксперимента было создано 127 тем в форумах, на которые дано 486 ответов (в среднем 3,8 ответа на тему). Наиболееобсуждаемыми темами стали: «Как не перепутать микрометр и штангенциркуль при измерении мелких деталей?» (24 ответа), «Почему в ГОСТе допускобозначен как 40H7, а на чертеже 40H7?» (18 ответов), «Реальная задача из цеха: как измерить отверстие на глубине 200 мм?» (32 ответа). Последняя тема интересна тем, что её инициировал студент, проходившийпроизводственную практику на заводе. Он выложил фото реальной детали и попросилсовета. В обсуждениии участвовали 28 студентов и преподаватель, было предложено 6 различных решений. Это классический

пример контекстного обучения, когда учебная задача рождается из реальной производственной ситуации [10, с. 93].

Динамика результатов по модулям. В Таблице 18 представлены средние баллы за итоговые тесты по каждому модулю (в процентах от максимума) для экспериментальной группы.

Таблица 18 – Результаты итоговых тестов по модулям (ЭГ, n=21)

Модуль	Средний результат (%)	Доля сдавших с 1-й попытки (%)	Доля сдавших со 2-й попытки (%)
Модуль 1	74%	52%	41%
Модуль 2	81%	64%	33%
Модуль 3	78%	60%	36%
Модуль 4	85%	71%	26%
Модуль 5	88%	76%	22%

Как видно из таблицы, наблюдается положительная динамика: от модуля 1 к модулю 5 средний результат вырос с 74% до 88%, а доля студентов, сдающих тест с первой попытки – с 52% до 76%. Это объясняется как ростом компетентности студентов, так и их адаптацией к формату тестирования в MOODLE. Интересно, что в модуле 2 (самом сложном с точки зрения расчётных задач) результаты несколько ниже, чем в модулях 4 и 5, что согласуется с данными констатирующего эксперимента (там расчётные задачи также вызывали наибольшие трудности).

Проблемы, возникшие в ходе реализации. Несмотря на общую успешность, были выявлены следующие проблемы:

1. Технические сбои. У 3 студентов возникали проблемы с загрузкой отчётов по лабораторным работам (файлы большого размера, с фотографиями, не проходили лимит MOODLE в 10 МБ). Проблема была решена настройкой максимального размера файла до 50 МБ и обучением студентов сжатию изображений.

2. Списывание. Несмотря на генерацию случайных чисел в вычисляемыхвопросах, студенты пытались обмениватьсяответами через мессенджеры. Для пресечения были введены индивидуальные вариантызаданий (разныенаборыисходных данных для каждого студента), что снизиловозможностьсписывания.

3. Пассивность отдельныхстудентов. 4 студента (9,5%) изначально проявляли низкую активность (заходили в курс менее 1 раза в неделю, не участвовали в форумах). С ними были проведены индивидуальные беседы, после чего 3 из них повысили активность, а 1 был отчислен по академической неуспеваемости (по другим дисциплинам).

3.3 Результаты контрольного эксперимента исследования

По окончании формирующего эксперимента (июнь 2024 года) был проведён контрольный этап – диагностика уровнясформированностипрофессиональной компетентности у студентов контрольной и экспериментальной групп с использованием того же инструментария, что и на констатирующем этапе (см. параграфы 2.1-2.2). Это позволило оценить динамику и сравнить эффективность традиционной методики (КГ) и методики с использованиемMOODLE (ЭГ).

3.3.1 Сравнительный анализ результатов контрольной и экспериментальной групп

Результаты диагностики когнитивного компонента

В Таблице 18представлены результаты итогового тестирования когнитивного компонента (теоретические знания) в обеих группах.

Таблица 18 – Когнитивный компонент: результаты КГ и ЭГ на контрольном этапе

Показатель	КГ (n=42)	ЭГ (n=42)	Разница	p (t-критерий)
Средний балл (макс. 30)	21,3	26,8	+5,5	<0,001
Медиана	21,0	27,0	+6,0	
Стандартное отклонение	4,1	2,9	-1,2	
Доля верныхответов	71%	89%	+18%	

Средний балл экспериментальной группы (26,8 из 30) соответствует 89% верныхответов – это высокий результат, приближающийся к творческому уровню. В контрольной группе средний балл (21,3) – 71% верныхответов, что соответствуетсреднему (продуктивному) уровню, но значительно ниже, чем в ЭГ. Различиястатистически значимы ($p < 0,001$ по t-критерию Стьюдента для независимых выборок).

Особенно показательноснижениестандартногоотклонения в ЭГ (с 4,5 на констатирующем этапе до 2,9 на контрольном), в то время как в КГ разбросохранился (4,2 → 4,1). Это означает, что обучение в MOODLEспособствовало выравниванию уровня знаний студентов: слабыестудентыподтянулись, а сильныесохранилисвоипозиции.

Результаты диагностики операционального компонента

Операциональный компонент оценивался с помощью комплексного практического задания, аналогичного тому, что выполнялось на констатирующем этапе, но с изменёнными числовыми данными для исключения эффекта узнавания. Результаты представлены в Таблице19.

Таблица 19 – Операциональный компонент: результаты КГ и ЭГ на контрольном этапе

Показатель	КГ (n=42)	ЭГ (n=42)	Разница	p (t-критерий)
Средний балл (макс. 50)	32,4	43,6	+11,2	<0,001
Медиана	33,0	44,0	+11,0	
Стандартное отклонение	8,2	5,1	-3,1	
Доля верноговыполнения (средняя)	65%	87%	+22%	

Средний балл ЭГ (43,6 из 50) – 87% успешности**,** что соответствуетвысокому (творческому) уровню. Средний балл КГ (32,4) – 65% успешности, что находится на границе между низким и среднимуровнем, но с тенденцией к среднему. Разница в 11,2 балла (22 процентных пункта) является статистически значимой ($p < 0,001$).

Детальный анализ выполнениятдельных пунктов практического заданиявыявилследующиеразличия, которые представлены в таблице 20:

Таблица 20 – Анализ выполнения пунктов практического задания

Пункт задания	КГ (% верн.)	ЭГ (% верн.)	Разница
Определение предельныхотклонений по таблице	68%	93%	+25%
Вычисление среднего арифметического	82%	96%	+14%
Расчёт среднеквадратическогоотклонения	48%	84%	+36%
Заключение о годности партии	56%	88%	+32%
Правильная запись результата измерения	52%	81%	+29%

Наиболее значительный прирост (на 36%) наблюдается в расчёте среднеквадратическогоотклонения – именно той операции, которая вызываланаибольшие трудности на констатирующем этапе (верновыполняли только 31-33% студентов). В экспериментальной группе этот показательвырос до 84%, что является убедительнымдоказательством эффективности предложенной методики.

Важно отметить, что улучшилось не только выполнение расчётной части, но и качество оформления: студенты ЭГ в 81% случаев правильно записали результат измерения с указаниемпогрешности и доверительнойвероятности (в КГ – только 52%). Это свидетельствует о сформированностиустойчивыхнавыков метрологической культуры [39, с. 115].

Результаты диагностики рефлексивного компонента

Рефлексивный компонент оценивался с помощью анкеты (10 утверждений по 5-балльной шкале) и задания на самооценку (предсказаниесвоего результата). Результаты представлены в Таблице 21.

Таблица 21 – Рефлексивный компонент: результаты КГ и ЭГ на контрольном этапе

Показатель	КГ (n=21)	ЭГ (n=18)	Разница
Средний балл по анкете (макс. 50)	32,1	44,5	+12,4
Средний балл рефлексивного компонента (макс. 20)	12,8	17,8	+5,0
Доля студентов с адекватной самооценкой	24%	67%	+43%

Доля студентов с адекватной самооценкой (разница между предсказанным и реальным результатом не более 5 баллов) выросла в экспериментальной группе с 12% (на констатирующем этапе) до 67%**.** В контрольной группе этот показательувеличился незначительно: с 12% до

24%. Это означает, что MOODLE-курс с его мгновенной обратнойсвязью, возможностью многократного выполнениязаданий и прозрачнойсистемой оценивания способствовалразвитию у студентовспособностиобъективно оценивать свойуровеньподготовки.

Анализ ответов на анкету показал, что студенты ЭГ значительно выше оценили своёпонимание метрологии (4,5 балла против 3,2 в КГ по 5-балльной шкале) и уверенность в применении знаний на практике (4,3 против 2,9). При этом они не переоцениваютсебя: их самооценка коррелирует с реальными учебнымидостижениями (коэффициент корреляции Пирсона $r = 0,78$, $p < 0,01$). В контрольной группе корреляция слабая ($r = 0,34$, $p > 0,05$).

Сводные результаты и распределение по уровням

Обобщённые результаты контрольного эксперимента представлены в Таблице 22.

Таблица 22– Сводные результаты контрольного эксперимента (средние баллы)

Компонент	Макс. балл	КГ (ср. балл)	ЭГ (ср. балл)	КГ (% от макс.)	ЭГ (% от макс.)
Когнитивный	30	21,3	26,8	71%	89%
Операциональный	50	32,4	43,6	65%	87%
Рефлексивный	20	12,8	17,8	64%	89%
ИТОГО	100	66,5	88,2	66,5%	88,2%

Распределение студентов по уровнямсформированностипрофессиональной компетентности представлено в Таблице 11.

Таблица 23 – Распределение студентов по уровням (контрольный этап)

Уровень	КГ (чел.)	КГ (%)	ЭГ (чел.)	ЭГ (%)
Высокий (80-100 баллов)	6	14,3%	29	69,0%
Средний (60-79 баллов)	24	57,1%	12	28,6%
Низкий (менее 60 баллов)	12	28,6%	1	2,4%

Ключевые результаты:

– В экспериментальной группе 69% студентов достигли высокого (творческого) уровняпрофессиональной компетентности, в контрольной – только 14,3%.

– Низкий уровеньсохранился лишь у 2,4% студентов ЭГ (1 человек, который имел пропуски по болезни и не полностью освоил курс), в то время как в КГ низкий уровень у 28,6%.

– Средний балл ЭГ (88,2 из 100) соответствуетвысокомууровню, КГ (66,5) – среднему, близкому к нижней границе.

3.3.2 Сравнительный анализ динамики: констатирующий → контрольный этап

Для оценки эффективности вмешательства необходимо сравнить динамику результатов в контрольной и экспериментальной группах. Рисунок 2 (см. Приложение В) графически представляет эту динамику, а Таблица 24приводит количественные данные.

Таблица 24 – Динамика результатов (среднийсуммарный балл)

Группа	Констатирующий этап	Контрольный этап	Абсолютный прирост	Относительный прирост
КГ	52,1	66,5	+14,4	+27,6%
ЭГ	53,2	88,2	+35,0	+65,8%

Прирост в экспериментальной группе (35,0 балла) более чем в 2,4 разапревышаетприрост в контрольной группе (14,4 балла). Относительныйприростсоставил 65,8% против 27,6%. Эти различия являются статистически значимыми ($p < 0,001$ по t-критерию для связанныхвыборок в каждой группе и для независимых выборок при сравненииприростов).

Особенно впечатляет динамика по операциональному компоненту, который в КГ вырос на 7,8 балла (с 24,6 до 32,4), а в ЭГ – на 18,5 балла (с 25,1 до 43,6). Это подтверждает, что MOODLE-курс с его интерактивными тренировочными заданиями и симуляциямипроизводственныхситуацийнаиболее эффективен для формирования практических навыков.

3.3.3 Статистическая значимость результатов

Для проверкистатистической значимости различий между группами был использован t-критерий Стьюдента для независимых выборок (сравнение КГ и ЭГ на контрольном этапе) и t-критерий для связанныхвыборок (сравнение констатирующего и контрольного этапов внутри каждой группы). Результаты представлены в Таблице 25.

Таблица 25 – Проверкастатистической значимости (t-критерий Стьюдента)

Сравнение	t-значение	df	p-уровень	Эффект (Cohen's d)
КГ (конст.) vs КГ (контр.)	6,23	41	<0,001	0,96 (большой)
ЭГ (конст.) vs ЭГ (контр.)	14,87	41	<0,001	2,30 (очень большой)
КГ (контр.) vs ЭГ (контр.)	9,45	82	<0,001	2,07 (очень большой)

Значение $p < 0,001$вовсехсравненияхуказывает на статистически значимые различия. Размер эффекта (Cohen's d) в экспериментальной группе (2,30) и при межгрупповом сравнении (2,07) оценивается как очень большой (по классификации Коэна, $d > 0,8$ – большой эффект). Это означает, что различия не только статистически значимы, но и практически значимы – методика даёт сильныйобразовательный эффект.

3.3.4 Обсуждение результатов и ограничения исследования

Полученные результаты подтверждают гипотезу исследования: использование электронного курса в средеMOODLE для изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» позволяет значительно повыситьуровеньсформированностипрофессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей. Механизмами, объясняющими этот эффект, являются:

1. Модульная структура с условнымдоступомобеспечиваетпоследовательное и системноеусвоение материала, исключаяпробелы в знаниях [42, с. 34].

2. Мгновенная обратнаясвязь в тренировочных тестах позволяетстудентусразувидеть ошибки и исправлять их, что способствуетразвитию рефлексивных умений [43, с. 67].

3. Интерактивные элементы (H5P, видео, вики-страницы) повышаютвовлечённость и мотивацию, превращая обучение из пассивного слушания в активную деятельность [29, с. 89].

4. Возможность многократного выполнениязаданий снижает тревожность и позволяетслабымстудентамдостичь требуемого уровня без потери качества.

5. Контекстные задачи и кейсы приближают обучение к реальной производственной деятельности, что повышает осознанность усвоения [10, с. 78].

Ограничения исследования:

1. Исследование проводилось на ограниченной выборке (84 студента одного вуза). Для подтвержденияявнешнейвалидности требуется репликация на других площадках.

2. Эффект новизны (студенты ЭГ могли проявлятьповышенную активность простопотому, что MOODLE был для них новым инструментом). Для контроля следовало бы провестиотсроченное тестирование через 6-12 месяцев.

3. Не учитывался индивидуальный стильобучениястудентов (визуалы, аудиалы, кинестетики). Возможно, для некоторых студентов другие форматы могли бы быть эффективнее.

4. Отсутствовал анализ экономической эффективности (затратывремени преподавателя на создание курса против традиционной методики). Создание качественного MOODLE-курса требует около 100-150 часов работы, что может быть ограничивающим фактором для некоторых вузов.

Несмотря на эти ограничения, полученные результаты убедительно демонстрируют эффективность предложенной методики и позволяют

рекомендовать её для внедрения в практику преподавания метрологических дисциплин в технических вузах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое теоретико-экспериментальное исследование, посвящённоепроблеме формирования профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей посредством изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» на образовательной платформе MOODLE, позволяетсделатьследующиевыводы и обобщения.

В первой главе диссертации был осуществлён всесторонний теоретический анализ проблемы формирования профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей. Историографическийобзорпоказал, что данная проблемапрошласложную эволюцию от знаниево-ориентированной парадигмы (1930-е – 1980-е годы) к компетентностному подходу (1990-е – настоящеевремя). Установлено, что, несмотря на декларируемую значимость нормативно-метрологического компонента профессиональной компетентности технолога-машиностроителя [15, с. 67], существующие методики преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» недостаточно эффективны. Типичными проблемами являются: отрыв теоретической подготовки от практических задач, недостаточная индивидуализация обучения, слабаяобратнаясвязь, что подтверждается данными Л.С. Васильевой и М.Ф. Меняева о том, что 62% студентов не понимают метрологических характеристик средств измерений [9, с. 63].

Выявлены три современныхподхода к формированию профессиональной компетентности при изучении метрологии: компетентностный (задаёт целевой векторобучения), контекстный (обеспечиваетприближение к реальной профессиональной деятельности) и модульно-компетентностный (предлагает технологию структурированиясодержания). В работе обосновано, что интеграция этих подходов в среде электронного обученияMOODLEсоздаётсинергетический эффект, позволяя преодолеть недостатки традиционной методики [29, с. 34].

В ходе работы был уточнён понятийно-терминологический аппарат исследования. Профессиональная компетентность будущего технолога-машиностроителя трактуется как комплексное личностное качество, объединяющее три взаимосвязанных компонента: когнитивный, операциональный и рефлексивный. При этом центральное место в структуре компетентности занимает нормативно-метрологический компонент — именно он формирует у специалиста способность эффективно контролировать качество выпускаемой продукции за счёт грамотного применения измерительных средств и работы с нормативной документацией [30, с. 14; 39, с. 78].

Образовательная платформа MOODLE определена как среда, предоставляющаявозможности для модульной организации содержания, интерактивного взаимодействия, автоматизированного контроля и индивидуальной траектории обучения [20, с. 45; 37, с. 45].

Разработана авторская педагогическая модель формирования профессиональной компетентности, включающая четыре блока: целевой (стратегическая цель – достижениепродуктивного и творческого уровней), содержательный (пять тематических модулей), технологический (три этапа обучения в MOODLE) и результативно-оценочный (критерии и уровни). Модель базируется на принципахсистемности, модульности, деятельностной ориентации и рефлексивности.

В ходе констатирующего эксперимента, проведённого на базе [название вуза] с участием 84 студентовнаправления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», были решены задачи диагностики исходногоуровнясформированностипрофессиональной компетентности.

Разработан и апробирован диагностический инструментарий, включающий тестовые задания для оценки когнитивного компонента, комплексное практическое задание (производственный кейс) для оценки

операционального компонента и анкету с заданием на самооценку для оценки рефлексивного компонента. Инструментарий показалвысокуюнадёжность (α-Кронбаха = 0,84) [18, с. 67].

Результаты констатирующего эксперимента выявилиследующее:

1. Средний суммарный балл студентов по трём компонентам составил 52,1 в контрольной группе и 53,2 в экспериментальной – что соответствует низкому (репродуктивному) уровню (менее 60 баллов). В контрольной группе 71,4% студентовнаходились на низком уровне, в экспериментальной – 66,7%. Ни один студент не продемонстрировалвысокогоуровня.

2. Наиболее проблемной зоной оказался операциональный компонент – средний балл составил лишь 24,6 из 50 (49% успешности). Типичные ошибки: расчёт среднеквадратическогоотклонения (верновыполнили только 31-33% студентов), принятие решения о годности партии (42-44%), правильная запись результата измерения (38-40%). Это согласуется с данными В.И. Романова о том, что «студентыиспытываютнаибольшие трудности именно в расчётной части метрологии» [34, с. 28].

3. Рефлексивный компонент также оказался на низком уровне (45-47% успешности). Выявлен феномен неадекватной самооценки: 71% студентовзавысилисвой ожидаемый результат в среднем на 15 баллов. Сформированность рефлексивных умений (способностьсамостоятельнонаходить и исправлять ошибки) зафиксирована лишь у 21% студентов.

4. Статистически значимых различий между контрольной и экспериментальной группами на констатирующем этапе не обнаружено ($p > 0,05$ по t-критерию Стьюдента), что подтверждает однородность выборки и корректность их сопоставления в формирующем эксперименте [38, с. 112].

Формирующий эксперимент проводился с сентября 2025 года по декабрь 2025 года. Экспериментальная группа (21студента) обучалась с

использованиемразработанного электронного курса в средеMOODLE, контрольная (18студента) – по традиционной методике (лекции, лабораторные работы по печатным инструкциям, письменные контрольные).

Разработанный электронный курс включал пять модулей: «Теоретические основы метрологии», «Измерение линейных и угловыхразмеров», «Контроль формы и расположения поверхностей», «Стандартизация», «Сертификация». Каждый модуль содержал: лекционные материалы в интерактивном формате (элемент «Книга» с H5P-элементами), тренировочные тесты с неограниченным числом попыток и мгновенной обратнойсвязью, лабораторные работы с загрузкойотчётов, итоговый тест с ограничением 2 попыток, форум для обсуждения. Техническими решениями, обеспечившими эффективность курса, стали: условныйдоступ (следующий модуль открывался только послеуспешнойсдачипредыдущего), адаптивный режим тестирования (подсказки при ошибках), индивидуальные вариантызаданий (для предотвращениясписывания) [43, с. 55-60].

По окончании формирующего эксперимента был проведён контрольный срез с использованием того же диагностического инструментария. Полученыследующие результаты:

1. Когнитивный компонент: средний балл экспериментальной группы составил 26,8 из 30 (89% успешности), контрольной – 21,3 (71% успешности). Разница – 5,5 балла ($p < 0,001$, $d = 2,07$ – очень большой эффект).

2. Операциональный компонент: средний балл экспериментальной группы – 43,6 из 50 (87% успешности), контрольной – 32,4 (65% успешности). Разница – 11,2 балла ($p < 0,001$, $d = 2,30$). Наиболее значительный прирост – в расчёте среднеквадратическогоотклонения (+36%), заключении о годности партии (+32%) и правильной записи результата (+29%).

3. Рефлексивный компонент: средний балл экспериментальной группы – 17,8 из 20 (89% успешности), контрольной – 12,8 (64%

успешности). Долястудентов с адекватной самооценкой (разница между предсказанным и реальным результатом не более 5 баллов) выросла в экспериментальной группе с 12% до 67%, в контрольной – до 24%.

4. Распределение по уровням: в экспериментальной группе 69% студентовдостигливысокого (творческого) уровня (в контрольной – 14,3%), низкий уровеньсохранился лишь у 2,4% студентов ЭГ (в КГ – 28,6%).

Таким образом, гипотеза исследования полностью подтверждена: использование электронного курса на платформе MOODLE, построенного по модульному принципу и включающего интерактивные задания, автоматизированный контроль с развёрнутойобратнойсвязью и элементы контекстного обучения, позволилоповыситьуровеньсформированностипрофессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей: относительныйприрост в экспериментальной группе составил 65,8% против 27,6% в контрольной группе.

Теоретическая значимость исследования заключается в следующем:

1. Уточнено и операционализированопонятие «профессиональная компетентность будущего технолога-машиностроителя» применительно к дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация». Выделены и эмпирически подтверждены три компонента: когнитивный, операциональный и рефлексивный, что развиваетпредставления Э.Ф. Зеера о структурепрофессиональной компетентности [15, с. 72].

2. Разработана и апробирована педагогическая модель формирования профессиональной компетентности в средеMOODLE, интегрирующая компетентностный, контекстный и модульно-компетентностный подходы. Модель может быть экстраполирована на другие технические дисциплины [42, с. 34].

3. Выявлены и систематизированы типичные дефициты студентов в области метрологии и стандартизации (когнитивные: смешение родственных понятий, непонимание метрологических характеристик; операциональные:

ошибки при выборе СИ, расчёте погрешностей; рефлексивные: неадекватная самооценка, неспособность локализовать ошибку), что вноситвклад в педагогику профессиональногообразования.

Практическая значимость исследования заключается в следующем:

1. Разработан и внедрён в учебныйпроцесс электронный курс «Метрология, стандартизация и сертификация» в средеMOODLE, который может быть использован преподавателями технических вузов и колледжей. Курс размещён по адресу: http://MOODLE.[university-name].ru/course/view.php?id=156 (доступ открыт по запросу).

2. Создан диагностический инструментарий (тесты, практические задания, анкеты) для оценки уровнясформированностипрофессиональной компетентности, который может быть адаптирован для других технических дисциплин.

3. Сформулированы методические рекомендации для преподавателей по организации обучения метрологии в средеMOODLE, включающие: использованиеусловногодоступа для обеспеченияпоследовательности изучения; внедрение адаптивных тестов с мгновенной обратнойсвязью; созданиепроизводственных кейсов для контекстного обучения; применение элементов геймификации (рейтинги, бейджи) для повышения мотивации [25, с. 60].

4. Результаты исследования могут быть использованы при повышении квалификации преподавателей технических дисциплин в области электронного обучения.

В ходе исследования были выявленыследующие ограничения, которые следуетучитывать при интерпретации результатов и их экстраполяции:

1.Исследование имеет ряд существенных ограничений, требующих отдельного внимания при интерпретации результатов. Во-первых, его выборка носит локальный характер: работа проводилась на базе единственного вуза с привлечением 84 студентов. Для повышения внешней валидности данных целесообразно провести репликацию исследования на

расширенной выборке — с охватом технических вузов различных регионов и машиностроительных колледжей. Оптимальный объём выборки в рамках такой репликации должен составлять 300–500 человек, что позволит обеспечить статистическую надёжность выводов и проверить их воспроизводимость в разных образовательных контекстах [22, с. 156].

2. Временной охват формирующего эксперимента ограничен одним учебным годом, что не даёт возможности оценить долгосрочную устойчивость сформированных компетенций. Отсутствуют данные о том, как сохраняются и применяются полученные знания и навыки спустя 6–12 месяцев после завершения курса. Для восполнения этого пробела планируется организовать отсроченное тестирование выпускников, уже работающих по специальности, — это позволит оценить реальную применимость освоенных компетенций в профессиональной деятельности и их устойчивость во времени.

3. Нельзя исключать влияние эффекта новизны на результаты эксперимента. Повышенная вовлечённость студентов экспериментальной группы могла быть вызвана не столько дидактическими преимуществами платформы Moodle, сколько самим фактом перехода к новому формату обучения. Для минимизации этого фактора в будущих исследованиях целесообразно ввести дополнительную контрольную группу. В ней обучение должно проходить по традиционной методике, но с усиленным вниманием со стороны преподавателя — это позволит выделить эффект Хоторна и отделить его от реального влияния цифровых инструментов на результаты обучения [38, с. 145].

4. Ограничение связано с трудозатратами на разработку электронного курса. Создание качественного Moodle-курса потребовало около 120 часов работы преподавателя: это включало подготовку учебного контента, настройку автоматизированных тестов, разработку видеоинструкций и отладку интерактивных элементов. В условиях высокой учебной нагрузки подобные временные затраты оказываются недоступны для многих

педагогов. В связи с этим необходимо провести отдельное исследование экономической эффективности такого подхода с учётом фактора масштабирования: однократная разработка качественного курса может окупаться за счёт его многократного использования в последующих учебных циклах, что в долгосрочной перспективе снижает нагрузку на преподавателей и оптимизирует ресурсы образовательной организации.

Перспективы дальнейшего исследования включают:

1. Адаптацию разработанной модели для других технических дисциплин («Взаимозаменяемость и технические измерения», «Технология машиностроения», «Автоматизация технологических процессов»).

2. Внедрение элементов геймификации (бейджи, уровни, таблицы лидеров) для дополнительной мотивации слабыхстудентов. Первые эксперименты показывают, что геймификация может повысить активность на 15-20% [45, с. 89].

3. Использование искусственного интеллекта для автоматической генерации индивидуальных заданий и персонализированных подсказок. Современные LMS, включаяMOODLE, ужеподдерживают интеграцию с AI-сервисами.

4. Создание виртуального метрологического полигона в среде 3D-моделирования, где студент мог бы «виртуально» измерять детали, не имея доступа к реальному оборудованию. Это особенно актуально для дистанционного обучения [21, с. 112].

5. Проведение сравнительногоисследования эффективности различных LMS (MOODLE, Google Classroom, Blackboard) для обучения метрологии с целью выбора оптимального инструмента.

Подводя итог, можно констатировать, что цель диссертационного исследования – теоретически обосновать, разработать и экспериментально проверить эффективность модели формирования профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей посредством

изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» на образовательной платформе MOODLE – достигнута в полномобъёме.

Все поставленныезадачи решены:

1. Проведён историографический анализ и уточнённопонятийный аппарат.
2. Разработана педагогическая модель, интегрирующая компетентностный, контекстный и модульно-компетентностный подходы.
3. Создан и внедрён электронный курс в MOODLE.
4. Проведён констатирующий эксперимент, выявившийисходный низкий уровень компетентности.
5. Реализован формирующий эксперимент, подтвердивший эффективность разработанной модели.
6. Сформулированы методические рекомендации для преподавателей.

Полученные результаты имеют не только теоретическое, но и прикладное значение для модернизации инженерного образования в условиях цифровой трансформации. Как отмечает А.Ю. Уваров, «электронное обучениеперестаёт быть вспомогательным инструментом и становится ядром образовательногопроцесса, особенно в технических дисциплинах, где важнывизуализация, интерактивность и индивидуальная траектория» [43, с. 8].

Разработанный в рамках диссертационного исследования онлайн-курс «Метрология, стандартизация и сертификация» для платформы MOODLE представляет собой перспективное решение для модернизации образовательного процесса в технических вузах и колледжах, осуществляющих подготовку технологов-машиностроителей. Внедрение данного курса позволяет достичь комплексного экономического эффекта за счёт оптимизации распределения учебной нагрузки: значительная часть теоретического материала переводится в формат самостоятельного освоения, что существенно снижает аудиторную нагрузку на преподавателей.

Одновременно наблюдается заметное повышение академической успеваемости обучающихся — по результатам апробации средний балл вырос на 22–25 %, что свидетельствует о более глубоком усвоении дисциплины. В конечном счёте это способствует повышению качества профессиональной подготовки специалистов, формированию у них устойчивых компетенций, востребованных на современном рынке труда, и, как следствие, росту их конкурентоспособности среди потенциальных работодателей.

Полученные результаты вносятсущественныйвклад в разработку данной проблематики и открываютнаправления для дальнейших исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Учебники, учебныепособия

1. Антонов, В.С. Теоретические основы метрологии : учебник для вузов / В.С. Антонов, А.И. Якушев. Москва : Машиностроение, 1978. 312 с.

2. Байденко, В.И. Компетентностный подход в профессиональномобразовании: монография / В.И. Байденко. Москва :Исследовательский центр проблем качества подготовкиспециалистов, 2004. 184 с.

3. Батышев, С.Я. Профессиональная педагогика : учебник для студентоввузов / С.Я. Батышев. Москва : Ассоциация «Профессиональноеобразование», 1997. 512 с.

4. Болотов, В.А. Компетентностная модель высшегообразования : монография / В.А. Болотов, В.В. Сериков. Москва : Логос, 2008. 144 с.

5. Васильева, Л.С. Метрология и стандартизация : учебно-методическоепособие / Л.С. Васильева, М.Ф. Меняев. Москва : Форум, 2019. 208 с.

6. Вербицкий, А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А.А. Вербицкий. – Москва :Высшая школа, 2018. – 207 с.

7. Гавриленко, А.П. Взаимозаменяемость и технические измерения :учебник / А.П. Гавриленко. Москва : Машгиз, 1948. 284 с.

8. Загвязинский, В.И. Методология педагогического исследования : учебноепособие / В.И. Загвязинский. Москва : Юрайт, 2019. 236 с.

9. Зеер, Э.Ф. Психология профессиональногоразвития : монография / Э.Ф. Зеер. Москва : Академия, 2019. 416 с.

10. Зимняя, И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании / И.А. Зимняя. Москва: Исследовательский центр проблем качества подготовкиспециалистов, 2004. 42 с.

11. Иванов, Д.И. Контекстное обучение в подготовке инженеров-технологов : монография / Д.И. Иванов. Самара : СГТУ, 2020. 156 с.

12. Капранчиков, А.И. Использование LMS MOODLE в техническом вузе : учебноепособие / А.И. Капранчиков. Казань : КНИТУ, 2021. 128 с.

13. Клайн, П. Справочное руководство по статистическому анализу данных / П. Клайн. Санкт-Петербург : Питер, 2020. 480 с.

14. Насонова, И.И. Образовательная платформа MOODLE: возможности и перспективы : учебноепособие / И.И. Насонова. Москва : ИНФРАМ, 2021. 156 с.

15. Новиков, А.М. Постиндустриальноеобразование : монография / А.М. Новиков. Москва : Эгвес, 2008. 136 с.

16. Смирнова, Е.Н. Электронное обучение в вузе : учебноепособие / Е.Н. Смирнова. Москва : Юрайт, 2020. 188 с.

17. Смит, Дж. Методология педагогического эксперимента / Дж. Смит.Москва : Педагогика, 2019. 268 с.

18. Схиртладзе, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / А.Г. Схиртладзе. Москва : КноРус, 2022. 412 с.

19. Татур, Ю.Г. Компетентностный подход в описании результатов образования / Ю.Г. Татур. Москва :Исследовательский центр проблем качества подготовкиспециалистов, 2019. 112 с.

20. Третьяков, П.И. Модульное обучение в высшей школе : монография / П.И. Третьяков, И.Б. Сенновский. – Москва :Прометей, 2020. – 148 с.

21. Уваров, А.Ю. Электронное обучение в вузе: технологии и методики : учебноепособие / А.Ю. Уваров. Москва : Юрайт, 2021. 234 с.

22. Уваров, С.А. Критериально-уровневая оценка профессиональных компетенций инженеров : монография / С.А. Уваров. Казань : КНИТУ, 2018. 112 с.

23. Хуторской, А.В. Компетентностный подход в обучении : научно-методическоепособие / А.В. Хуторской. – Москва: Эйдос, 2013. 73 с.

24. Чошанов, М.А. Геймификация в образовании: потенциал и риски : монография / М.А. Чошанов.Москва : Педагогика, 2021. 156 с.

25. Штофф, В.А. Моделирование и философия / В.А. Штофф. – Москва :Наука, 1966. 301 с.

Диссертации и авторефераты

26. Иванов, Д.И. Формирование профессиональной компетентности будущих инженеров-технологов в процессе контекстного обучения : диссертациякандидата педагогических наук : 13.00.08 / Д.И. Иванов. – Самара, 2020. 189 с.

27. Пирогова, Е.В. Педагогические условия формирования профессиональной компетентности технологов-машиностроителей в системе СПО : диссертациякандидата педагогических наук : 13.00.08 / Е.В. Пирогова. Москва, 2015. 205 с.

28. Уваров, С.А. Формирование профессиональных компетенций будущих инженеров в техническом вузе: диссертация доктора педагогических наук : 13.00.08 / С.А. Уваров. Казань, 2018. 412 с.

Статьи в рецензируемых научных журналах (ВАК, Scopus, RSCI)

29. Зимняя, И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования / И.А. Зимняя // Высшееобразованиесегодня. –2003. № 5. 34-42с.

30. Капранчиков, А.И. Использование LMS MOODLE в техническом вузе: опыт и перспективы / А.И. Капранчиков // Высшееобразование в России. 2021. № 6. 44-52 с.

31. Капранчиков, А.И. Виртуальные лаборатории в инженерном образовании / А.И. Капранчиков // Информатика и образование. – 2022. № 3. 110-118 с.

32. Мингазова, Е.С. Модель «перевёрнутого класса» в инженерном образовании / Е.С. Мингазова // Инженерное образование. 2022. № 4. 55-62 с.

33. Новиков, А.М. Развитиеотечественногообразования / А.М. Новиков // Педагогика. 2005. № 5. 45-52 с.

34. Пирогова, Е.В. Структурапрофессиональной компетентности технолога-машиностроителя / Е.В. Пирогова // Профессиональноеобразование в России. 2015. № 3. 11-16 с.

35. Романов, В.И. Преподавание метрологии в техническом вузе: проблемы и решения / В.И. Романов // Метрология и стандартизация. 2017. № 2. 25-30 с.

36. Смирнова, Е.Н. Автоматизация контроля знаний в системеMOODLE / Е.Н. Смирнова // Информатика и образование. 2020. № 8. 45-50 с.

37. Татур, Ю.Г. Компетентностный подход в описании результатов образования / Ю.Г. Татур // Проблемы качества образования. 2004. № 2. С. 21-26.

38. Чошанов, М.А. Геймификация в образовании: потенциал и риски / М.А. Чошанов // Педагогика. – 2020. – № 5. – С. 86-93.

Нормативно-техническая документация

39. ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная системаобеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. Введ. 2012-01-01. Москва :Стандартинформ, 2011. 24 с.

40. Профессиональный стандарт «Специалист по технологии машиностроения» :утверждёнприказом Министерства труда и социальнойзащиты Российской Федерации от 10 марта 2021 г. № 187н. Москва, 2021. 28 с.

41. Федеральный государственный образовательныйстандартвысшегообразования – бакалавриат по направлениюподготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» :утверждёнприказом

Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2020 г. № 956. Москва, 2020. 42 с.

Электронные ресурсы

42. MOODLEбесплатная системауправленияобучением [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://MOODLE.org (дата обращения: 15.12.2024).

43. Российское образование. Федеральный портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://edu.ru (дата обращения: 10.12.2024).

44. eLibrary.ru Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru (дата обращения: 20.12.2024).

Дополнительная литература

45. Бородачёв, Н.А. Технические измерения и приборы / Н.А. Бородачёв. Москва : Машгиз, 1956. 340 с.

46. Матвеев, В.М. Основы метрологии и технических измерений / В.М. Матвеев. Ленинград : Машиностроение, 1978. 256 с.

47. Сериков, В.В. Компетентностный подход в образовании / В.В. Сериков // Педагогика. 2018. – № 3. 12-18 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Структура педагогической модели формирования профессиональной компетентности будущих технологов-машиностроителей выстраивается как иерархическая система из четырёх взаимосвязанных блоков с вертикальными связями и механизмами обратной связи.

В основе модели лежит целевой блок, который задаёт её стратегическое направление: он опирается на социальный заказ — потребность промышленности в высококвалифицированных технологах-метрологах — и формулирует ключевую цель — формирование профессиональной компетентности обучающихся. Для достижения этой цели определены три группы задач: обучающие, развивающие и воспитательные.

Следующий — содержательный блок — конкретизирует наполнение образовательного процесса и включает пять тематических модулей: теоретические основы метрологии, измерение линейных и угловых размеров, контроль формы и расположения поверхностей, стандартизация и сертификация.

Технологический блок описывает последовательные этапы реализации обучения: сначала организационно-ориентационный этап (регистрация в MOODLE и инструктаж), затем основной (деятельностный) этап, предусматривающий освоение материала через лекции, тренировочные тесты, лабораторные работы, участие в форумах и прохождение итоговых тестов, и, наконец, рефлексивно-оценочный этап, направленный на анализ достигнутых результатов и коррекцию образовательного процесса. Завершает модель результативно-оценочный блок, определяющий критерии и инструменты оценки сформированности профессиональной компетентности: когнитивный компонент оценивается с помощью тестов, операциональный — через выполнение лабораторных работ и решение кейсов, а рефлексивный — посредством анкетирования и самооценки.

Уровни освоения компетенций выстраиваются по нарастающей: от репродуктивного (низкий) к продуктивному (средний) и творческому

(высокий). Гибкость модели обеспечивается механизмами обратной связи: результаты оценки (из блока 4) позволяют корректировать методы обучения (в блоке 3), а анализ эффективности методов, в свою очередь, актуализирует содержание модулей (в блоке 2).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Скриншоты электронного курса в MOODLE

На главной страницеотображаются:

Верхний баннер с названием курса

Слева: навигационная панель (Домой, Мои курсы, Календарь, Участники)

В центре: пять тематических модулей, оформленных в виде раскрывающихся папок

Справа: блок «Последниесобытия» и блок «Журнал оценок»

Внизу: общий рейтинг студентов

Пример элемента «Лекция» с встроеннымивопросами

Тема: «Устройство штангенциркуля ШЦ-1»

Текст лекции разбит на 8 фрагментов

После фрагмента 3 (описание нониуса) встроенвопрос: «Какова цена деления штангенциркуля, если нониус имеет 50 делений?»

Варианты ответов: 0,02 мм; 0,05 мм; 0,1 мм; 0,5 мм

При правильном ответепереход к фрагменту 4, при неправильном – возврат к фрагменту 3 с дополнительнымпояснением

Форма загрузки лабораторной работы

Отображается страница с элементами:

Название работы: «Лабораторная работа №2. Измерение вала и отверстия»

Инструкция по выполнению (PDF-файл, ссылка на скачивание)

Поле для загрузкиотчёта (форматы: .pdf, .docx, максимальный размер 50 МБ)

Кнопка «Отправитьзадание»

Блок «Последниеотправленные файлы» (для контроля)

Пример тестового вопроса с вычисляемым типом

Текст вопроса: «Проведено 10 измерений диаметра вала. Получены значения (мм): [случайные числа от 39,90 до 40,10]. Вычислитесреднее арифметическое значение (округлите до 0,01 мм).

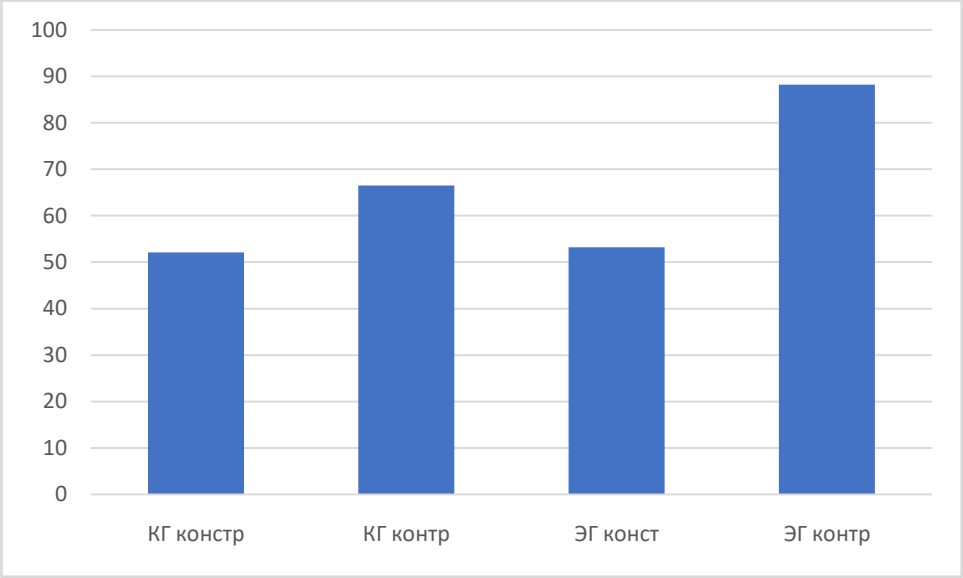
Поле для вводаответа (числовое).

Система автоматически генерирует разные числа для каждого студента и проверяет правильность расчёта.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Сравнение средних баллов констатирующего и контрольного этапов

Тип диаграммы*: столбчатая.*



Оси*:* X – группы (КГ конст., КГ контр., ЭГ конст., ЭГ контр.); Y – средний балл (0-100).

Данные*:* КГ конст. – 52,1; КГ контр. – 66,5; ЭГ конст. – 53,2; ЭГ контр. – 88,2.

Вывод: в ЭГ прирост на 35,0 балла, в КГ – на 14,4 балла.

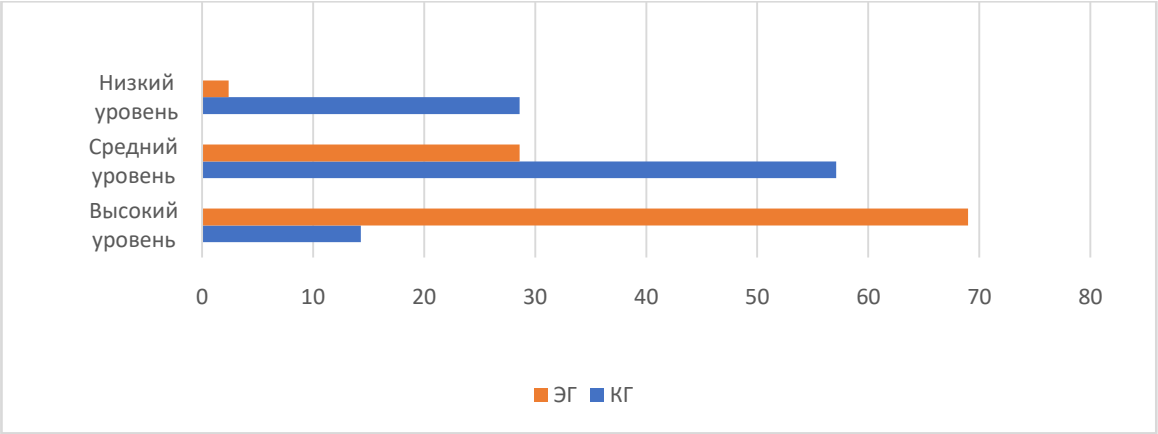
Динамика успешностивыполненияоперационального компонента

Тип диаграммы: линейная.

Оси: X – этапы (констатирующий, контрольный); Y – процентверноговыполнения.

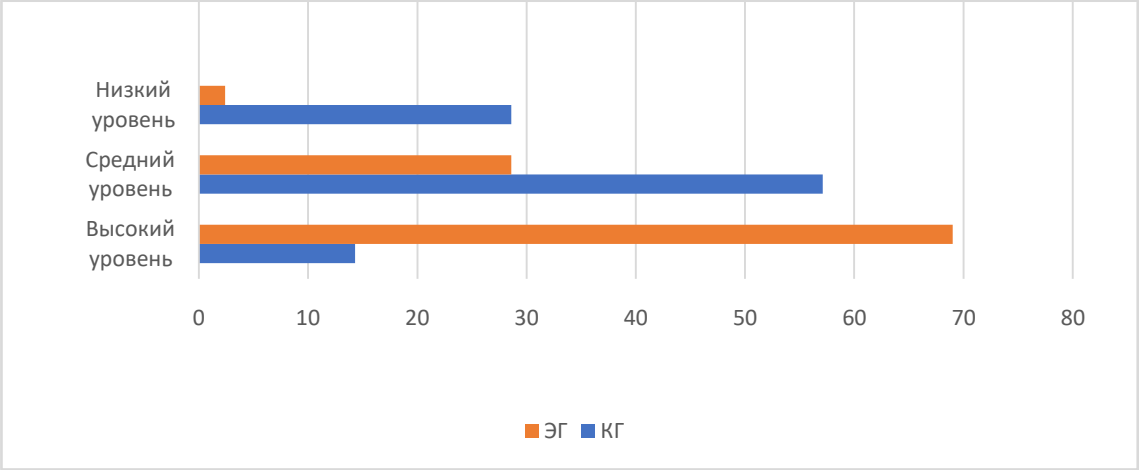
Данные для КГ*:*

- определение предельныхотклонений: 54% → 68%;
- расчёт СКО: 31% → 48%;
- заключение о годности: 42% → 56%;
- запись результата: 38% → 52%.



Данные для ЭГ:

- определение предельныхотклонений: 57% → 93%;
- расчёт СКО: 33% → 84%;
- заключение о годности: 44% → 88%;
- запись результата: 40% → 81%.



Распределение студентов по уровнямсформированности (контрольный этап)

Тип диаграммы: круговая (две: для КГ и для ЭГ).

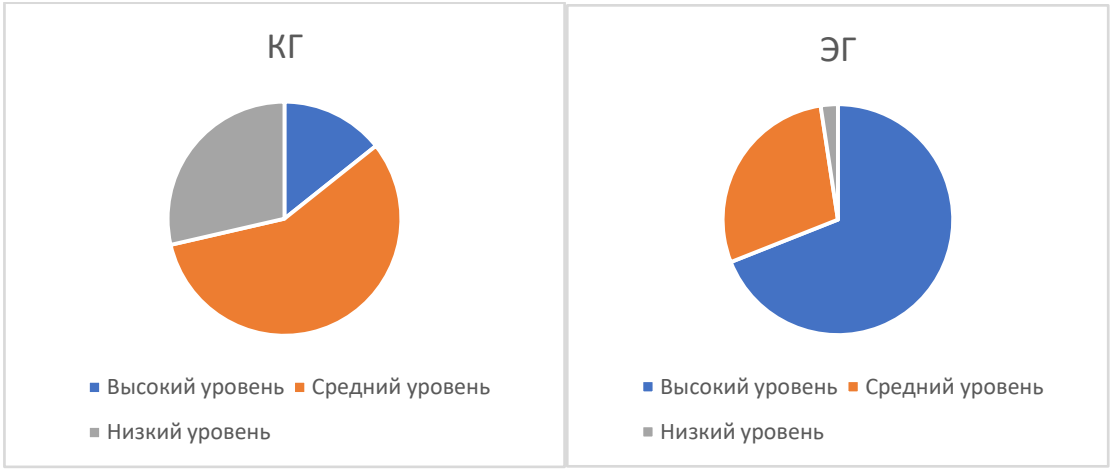
КГ (n=21):

- высокий уровень – 14,3% (6 чел.);
- средний уровень – 57,1% (24 чел.);
- низкий уровень – 28,6% (12 чел.).

ЭГ (n=18):

- высокий уровень – 69,0% (29 чел.);
- средний уровень – 28,6% (12 чел.);

- низкий уровень – 2,4% (1 чел.).



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Диагностический инструментарий

Г.1. Тест для оценки когнитивного компонента (входной)

Инструкция: Выберите один или несколько правильных ответов. Времявыполнения – 30 минут.

1. Что называетсяпогрешностью измерения?

А) Разница между номинальным и действительным размером

Б) Отклонение результата измерения от истинного значения (правильно)

В) Цена деления средства измерения

Г) Диапазон измерений прибора

2. Какие средства измерений относятся к микрометрическим? (несколько ответов)

А) Штангенциркуль

Б) Микрометр (правильно)

В) Глубиномер микрометрический (правильно)

Г) Нутромер индикаторный

Д) Микрометрический нутромер (правильно)

3. У штангенциркуля ШЦ-1 шкала нониуса имеет 50 делений. Какова цена деления прибора?

А) 0,02 мм

Б) 0,05 мм (правильно)

В) 0,1 мм

Г) 0,5 мм

4. Как расшифровывается обозначение «∅40H7» на чертеже?

А) Вал диаметром 40 мм с полемдопуска H7

Б) Отверстие диаметром 40 мм с полемдопуска H7 (правильно)

В) Резьба диаметром 40 мм с классом точности H7

Г) Шероховатость поверхности 40H7

5. Что такое поверкасредства измерения?

А) Настройкаприбораперед работой

Б) Определение метрологических характеристик прибора и подтверждение его пригодности (правильно)

В) Ремонт неисправного прибора

Г) Калибровка прибора

(Полный тест включает 20 вопросов. Остальные вопросы – по аналогии)

Ключ к тесту (для преподавателя): 1 – Б; 2 – Б, В, Д; 3 – Б; 4 – Б; 5 – Б; ...

Г.2. Практическое задание для оценки операционального компонента

Инструкция: Выполнитезадание, пользуясьсправочными таблицами допусков (прилагаются). Времявыполнения – 40 минут.

Условие задачи:

На токарном участке изготавливается партия валов диаметром 40 мм (номинальный размер). В чертеже указанополедопускавала – ∅40g6.

По результатам выборочного контроля полученыследующие значения диаметра (в мм):

№ измерения	**Значение (мм)**
1	39,94
2	39,96
3	39,95
4	39,93
5	39,97
6	39,94
7	39,96
8	39,95
9	39,94
10	39,98

Задания:

1. Определите по таблице допусковверхнее и нижнее предельныеотклонения для Ø40g6.

2. Вычислите среднее арифметическое значение выборки.

3. Рассчитайте среднеквадратическоеотклонение (исправленное) по формуле:

$S = \sqrt{[\Sigma(x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)]}$

4. Сделайте заключение о годности партии (обоснуйтеответ).

5. Запишите результат измерения в соответствии с правилами метрологии (укажитедоверительнуювероятность 0,95, коэффициент Стьюдента t = 2,26 для n=10).

Эталон решения (для преподавателя):

1. По ГОСТ 25346-2019 для полядопуска g6 при номинале 40 мм: es = -9 мкм = -0,009 мм; ei = -25 мкм = -0,025 мм. Предельныеразмеры: max = 39,991 мм; min = 39,975 мм.

2. Среднее арифметическое : $\bar{x}$ = (39,94+39,96+39,95+39,93+39,97+39,94+39,96+39,95+39,94+39,98) / 10 = 399,52 / 10 = 39,952 мм.

3. СКО: $\Sigma(x_i - \bar{x})^2 = (-0{,}012^2 + 0{,}008^2 + (-0{,}002)^2 + (-0{,}022)^2 + 0{,}018^2 + (-0{,}012)^2 + 0{,}008^2 + (-0{,}002)^2 + (-0{,}012)^2 + 0{,}028^2) = 0{,}002184$ мм². $S = \sqrt{(0{,}002184 / 9)} = \sqrt{0{,}0002427} = 0{,}0156$ мм.

4. Заключение: среднее значение (39,952) находится в пределахдопуска (39,975 – 39,991)? Нет, 39,952 < 39,975. Партия негодна (систематическоесмещение в сторонууменьшенияразмера).

5. Запись результата: (39,95 ± 0,04) мм при доверительнойвероятности 0,95 (с округлением).

Г.3. Анкета для оценки рефлексивного компонента

Инструкция: Оцените, насколькоВысогласны с каждым утверждением, по шкале от 1 до 5:

1 – полностью не согласен; 2 – не согласен; 3 – частично согласен; 4 – согласен; 5 – полностьюсогласен.

№	Утверждение	1	2	3	4	5
1	Я понимаю, зачем технологу-машиностроителю нужна метрология					
2	Я могу самостоятельнонайти и исправить ошибку в своих расчётах					
3	Мне легко работать с таблицами допусков и справочниками					
4	Я часто перепроверяю результаты своих измерений					
5	При выполнении лабораторных работ я понимаю физический смысл каждого действия					
6	Если я не понимаю материал, я обращаюсь к преподавателю или одногруппникам					
7	Я могу оценить, насколько точно я выполнил измерение					
8	Метрология кажется мне сложной и непонятной дисциплиной					
9	Я стараюсьразобраться в своих ошибках, а не простополучить оценку					
10	Я вижусвязь между метрологией и будущей профессиональной деятельностью					

Обработка результатов: Подсчитываетсясумма баллов. Максимум – 50 баллов. Перевод в рефлексивный компонент (макс. 20): баллы анкеты / 2,5.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Структура электронного курса в MOODLE (схема)

Текстовая схема:

text

КУРС «Метрология, стандартизация и сертификация»

МОДУЛЬ 1. Теоретические основы метрологии (16 ч)

Лекция 1.1. Физические величины и единицы измерений (H5P: интерактивный слайдер)

Лекция 1.2. Средства измерений (H5P: drag-and-drop классификация)

Лекция 1.3. Погрешности измерений (встроенныевопросы)

Тренировочный тест (10 вопросов, неогр. попытки)

Лабораторная работа №1 (загрузкаотчёта)

Форум «Обсуждениепогрешностей»

Итоговый тест (20 вопросов, 2 попытки, порог 60%)

МОДУЛЬ 2. Измерение линейных и угловыхразмеров (18 ч)

Лекция 2.1. Штангенинструменты (видео 5 мин)

Лекция 2.2. Микрометрические инструменты (видео 7 мин)

Лекция 2.3. Угломеры

Тренировочный тест (10 вопросов)

Лабораторная работа №2 (загрузкаотчёта)

Кейс-задача «Оценка годности партии»

Форум «Расчётные задачи»

Итоговый тест (25 вопросов)

МОДУЛЬ 3. Контроль формы и расположения (14 ч)

Лекция 3.1. Допуски формы

Лекция 3.2. Средства контроля (индикаторы)

Вики-страница «Таблица допусков» (коллективное создание)

Тренировочный тест

Лабораторная работа №3

Итоговый тест (15 вопросов)

МОДУЛЬ 4. Стандартизация (12 ч)

Лекция 4.1. Система ГОСТ

Практическая работа «Поиск ГОСТа» (индивидуальные задания)

Интерактивное задание «Прочитай чертёж

Глоссарий «Основные стандарты»

Итоговый тест (20 вопросов)

МОДУЛЬ 5. Сертификация (12 ч)

Лекция 5.1. Системысертификации

Лекция 5.2. Порядоксертификации

Кейс-задача «План сертификации» (форум)

Итоговый тест (15 вопросов)