

УДК 378:006.91

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ МАГИСТРОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ 27.04.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Юматова Э.Г.

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»,
Нижегород, e-mail: standart@nngasu.ru*

С учетом специфики архитектурно-строительного вуза приведены теоретические и практические основы проектирования методической системы формирования профессиональных компетенций будущих магистров, обучающихся по образовательной программе «Стандартизация и метрология». Выделены профессиональные компетенции и раскрыто содержание индикаторов их достижения, что определяет цели и результаты подготовки студентов согласно запросам рынка труда. Детально исследована компетенция, отвечающая за формирование у будущего магистра трудовой функции в сфере метрологического обеспечения организации. Определен комплекс профессиональных дисциплин и выделены межпредметные темы, отвечающие за формирование данной профессиональной компетенции. Для формирования и диагностики компетенции в зависимости от уровня сложности технического задания предложена структура системы межпредметных проблемных учебных задач. Приведены примеры задач разного уровня сложности, в ходе решения которых студентом составляется математическая модель задачи, выполняются расчеты погрешностей и их отклонений на основе косвенных измерений, доверительной вероятности и интервала. Выделены технические средства обучения (средства измерений), способствующие продуктивности методической системы. Выделенное содержание и педагогический инструментарий, а также методы обучения с применением разработанной системы межпредметных проблемных задач проходят апробацию.

Ключевые слова: обучение будущих магистров, профессиональные компетенции, стандартизация и метрология, педагогическая система

FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF FUTURE MASTERS TRAINING ON THE EDUCATIONAL PROGRAM 27.04.01 STANDARDIZATION AND METROLOGY

Yumatova E.G.

*Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,
Nizhny Novgorod, e-mail: standart@nngasu.ru*

In this article are considered theoretical and practical conditions for constructing a pedagogical system for the formation of professional competencies (direction of training 27.04.01 Standardization and metrology, University of Architecture and Civil engineering). In accordance with the requirements of the labor market, the content of professional competencies and indicators of their achievement are determined. The competence responsible for the formation of the future master's labor function in the field of metrological support of the organization has been studied in detail. The complex of professional disciplines and interdisciplinary content, that form this professional competence, have been determined. The structure of the system of interdisciplinary learning tasks has been designed. Examples of learning tasks of different complexity levels are given. To solve learning tasks, it is necessary to perform mathematical modeling of the conditions of the problem, the calculation of errors, deviations, confidence probability and interval. Effective pedagogical tools (measuring instruments) of the methodological system were selected. The main elements of a pedagogical system (results, disciplines, pedagogical methods and tools) are in the experimental stage.

Keywords: master's studies, professional competence, standardization and metrology, pedagogical system

Начиная с 2021 г. обучение студентов по образовательной программе 27.04.01 Стандартизация и метрология будет осуществляться в соответствии с новым ФГОС ВО 3++, введенным 11.07.2020 г. В соответствии с указанными в ФГОС ВО 3++ профессиональными стандартами, трудовая деятельность выпускников магистратуры будет направлена на обеспечение безопасности и качества производства, процессов и продукции, а основными видами трудовой деятельности станут следующие:

– технический контроль качества выпускаемой продукции;

– обеспечение производственной деятельности в сфере метрологии.

Согласно требованиям нового образовательного стандарта разработка содержания профессиональных компетенций и индикаторов их достижений, а также составляющих ОПОП ВО возложена на вузы. Следует сказать, что УМО отстранилось от решения указанных выше педагогических задач для рассматриваемой образовательной программы.

Вместе с тем в соответствии с решениями Правительства РФ продуктивность такой подготовки продиктована необходимостью

создания условий: во-первых, безопасности и качества продукции в России; во-вторых, перехода отечественного производства и строительства на высокотехнологичный уровень. При этом важнейшим компонентом такого перехода станут автоматизированные цифровые контрольно-измерительные средства, что приведет к увеличению на рынке труда спроса на высококвалифицированных специалистов по организации работы метрологических служб, экспертных отделов по аккредитации и сертификации, служб по контролю и надзору.

Создание таких условий возможно только при достижении будущими магистрами должного уровня знаний в следующих областях знания: 1) составление и чтение проектно-конструкторской и технологической документации; 2) физические и химические законы измерений; 3) математические методы обработки результатов измерений. Поэтому вопрос конструирования компонентов модели продуктивной методической системы формирования профессиональных компетенций будущих магистрантов с учетом специфики архитектурно-строительного вуза остается открытым, что подтверждает актуальность исследования.

Цель исследования:

- разработать в соответствии с последним ФГОС ВО 3++ профессиональные компетенции и индикаторы их достижения будущими выпускниками магистратуры (27.04.01, профиль Обеспечение безопасности и качества продукции);

- выделить с учетом специфики архитектурно-строительного вуза дисциплины, методы и средства обучения, способствующие у будущего магистра формированию профессиональной компетенции в области наиболее востребованного на рынке труда вида профессиональной деятельности, такого как метрологическое обеспечение производственной деятельности;

- разработать примеры заданий разного уровня сложности для диагностики сформированности данной профессиональной компетенции.

Материалы и методы исследования

Для достижения обозначенной цели был проведен анализ следующих документов и теоретических исследований: 1) ФГОС ВО разных поколений (профили 27.04.01 – Обеспечение безопасности и качества продукции, Метрология, стандартизация и сертификация); 2) нормативные документы (профессиональные стандарты, приказы Минобрнауки РФ, нормативно-технические документы в области строительного производства); 3) психолого-педагогические источники.

Были применены такие методы педагогического исследования, как моделирование, анализ и обобщение результатов образовательной деятельности в сфере проектирования методических систем, собеседование с преподавателями технических вузов и специалистами, работающими в профильных организациях (например, ФБУ Нижегородский ЦСМ, ООО «Прибор-Автоматика» и др.).

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ педагогических источников, посвященных разрешению проблем в подготовке будущих инженеров в сфере метрологии и стандартизации, показал, что таких работ не так много и педагогами в большей части раскрыты особенности подготовки бакалавров (внедрение цифровых форм и компьютерных средств обучения, единство теории и практики, усиление практической направленности и др.) [1–3]. При этом работ, посвященных непосредственно профессиональной подготовке магистрантов и отвечающих требованиям нового стандарта, нами не обнаружено.

Для определения результативности подготовки магистров нами предлагается ввести следующие профессиональные компетенции (ПК) и их индикаторы:

- ПК-1. Организация работ по повышению уровня технического контроля в организации (ПК-1.1. Разработка, внедрение и контроль системы управления качеством продукции; ПК-1.2. Разработка, внедрение и поддержка актуальных методов и инструментов технического контроля; ПК-1.3. Проведение аттестации и сертификации услуг, процессов и продукции. Осуществление контроля соблюдения нормативных сроков их обновления; ПК-1.4. Принятие решений по устранению претензий и рекламаций потребителей на выпускаемую продукцию; ПК-1.5. Осуществление руководства сотрудниками отдела технического контроля);

- ПК-2. Организация работ по метрологическому обеспечению организации (ПК-2.1. Выявление состояния метрологического обеспечения в организации ПК-2.2. Осуществление функционального руководства работниками организации, выполняющими работы по метрологическому обеспечению; ПК-2.3. Планирование деятельности метрологической службы организации; ПК-2.4. Проведение работ по прохождению аккредитации организации в сфере обеспечения единства измерений).

Исследуем более подробно формирование у будущих магистров индикаторов профессиональной компетенции ПК-2, которая

формируется комплексом введенных нами в учебный процесс профессиональных дисциплин (Блок 1). Перечень введенных дисциплин, их трудоемкость и формируемые индикаторы представлены в табл. 1.

Освоение студентами комплекса дисциплин осуществляется в ходе проблемной деятельности (и особенно межпредметной проектной), которая в технических вузах является ведущей. По мнению И.А. Гуторовой [4], И.Я. Лернера, Н.И. Наумкина [5] и др., в зависимости от технического задания при аудиторной и самостоятельной работе студентами могут достигаться следующие

уровни обучения: низкий (репродуктивно-алгоритмический); средний (частично-поисковый); высокий (исследовательский межпредметный).

В результате была разработана система учебных межпредметных проблемных задач, включающая 6 основных типов и которая применяется нами как в учебном процессе, так и при диагностике достижения уровней развитости у магистров индикаторов компетенции ПК-2. Распределение междисциплинарных тем шести типов проблемных задач по уровням сложности отражено в табл. 2.

Таблица 1

Формируемые индикаторы и трудоемкость профессиональных дисциплин

№	Дисциплины, зачетные единицы	Индикаторы
Обязательная часть Блока 1		
1	Физические и химические основы измерений (10 з.е.)	ПК-2.1, ПК-2.2
2	Современные методы измерений, испытаний и контроля (3 з.е.)	ПК-2.1, ПК-2.4
3	Метрологическое обеспечение жизненного цикла продукции (4 з.е.)	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
Часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений		
4	Организация измерений, контроля и испытаний (3 з.е.)	ПК-2.1, ПК-2.3
5	Исследовательские и конструкторские работы метрологического обеспечения (3 з.е.)	ПК-2.1, ПК-2.2,
6	Организация работ по метрологическому обеспечению (13 з.е.)	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4

Таблица 2

Распределение системы проблемных задач по уровням сложности

Межпредметные темы	Примерное содержание учебных заданий
Низкий уровень (репродуктивно-алгоритмический, 0–10 баллов)	
1. Оценка результатов многократных измерений. Типы погрешностей	Знание о законах распределения случайных величин для оценки результатов многократных измерений. Понимание сущности методов расчета погрешностей разного типа
2. Прямой метод измерения	Понимание физико-химической сущности метода прямых измерений
Средний уровень (частично-поисковый, 11–20 баллов)	
3. Исследования с помощью контрольных карт	Умение математически обосновать цель статистического исследования и выбор статистического метода обработки результатов измерений (ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015). Умение строить контрольные карты Шухарта и кумулятивных сумм
4. Косвенный метод измерения	Применение физико-химических законов при косвенных измерениях. Обоснование выбора измерительных средств
Высокий уровень (исследовательский, 21–30 баллов)	
5. Методы обработки статистических данных	Умение выбирать метод статистического анализа с целью решения сформулированной проблемы с учетом особенностей строительного производства (ГОСТ Р 55048-2020 СМК, ГОСТ Р 55048-2012)
6. Математическая обработка результатов измерений	Расчет стандартной, суммарной и расширенной неопределенности. Оценка результатов. Принятие решений (ГОСТ Р 8.000-2000)

Выявление уровней сложности каждого из междисциплинарных заданий осуществлялось на основе экспертной оценки, при составлении которой принимали участие не только преподаватели кафедры, но и представители от работодателей [6, 7]. Разработанные задания имеют теоретико-практический и междисциплинарный характер, а также учитывают специфику не только машиностроительных направлений подготовки, но строительных. Алгоритм решения каждой задачи предполагает подробное его описание студентом.

Приведем примеры технических условий задач разного типа по уровням сложности:

– задание репродуктивно-алгоритмического типа. Значение дисперсии контролируемого диаметра изделия, которое не должно превышать 0,15 мкм, определяет точность работы станка-автомата. По результатам выборочного контроля, в ходе которого было измерено 25 изделий, рассчитана исправленная дисперсия, равная 0,25 мкм². Требуется проверить гипотезу, что станок-автомат обеспечивает требуемую точность, если считать, что диаметральный размер изделия принадлежит к нормальному закону распределения. Составьте математическую запись проверяемой гипотезы. Укажите номер верного ответа:

- 1) $H_0: D(X)=0,15, H_1: D(X) \neq 0,15$;
- 2) $H_0: D(X)=0,15, H_1: D(X) > 0,15$;
- 3) $H_0: D(X)=0,15, H_1: D(X) \geq 0,15$;

– задание репродуктивно-алгоритмического типа. Определите качество, по которому изготовлен диаметральный размер детали типа «Вал». В ходе измерений установлено, что диаметр изготовленной детали «Вал» равен 98 мм, а допуск составил 220 мкм;

– задание частично-поискового типа. Составьте функцию $R_x = f(R_2, R_3, R_4)$, связывающую измеряемое сопротивление R_x с сопротивлениями резисторов измерительного моста $R_2 = 990 \text{ Ом}$, $R_3 = 995 \text{ Ом}$, $R_4 = 996 \text{ Ом}$. Примените полученную функцию для вычисления среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности косвенного измерения сопротивления R_x , если указанные значения сопротивлений приняты при следующих значениях средних квадратических отклонений: $S(R_2) = 0,5 \text{ Ом}$; $S(R_3) = 0,7 \text{ Ом}$; $S(R_4) = 0,6 \text{ Ом}$. При составлении функции не учитывать внутреннее сопротивление источника и сопротивление измерительного прибора. Для измерения используется мост постоянного электрического тока (рисунок);

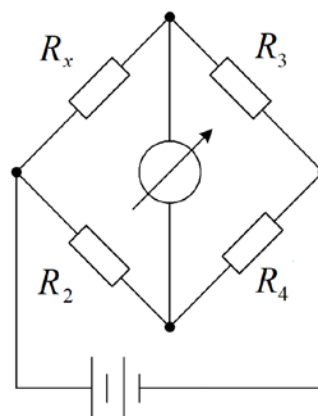


Схема моста постоянного тока

– задание частично-поискового типа. Выбрать средство измерений для контроля длины плитки. Согласно общим техническим условиям на плитку (ГОСТ 13996-2019) допуск на длину 150 мм установлен 1,2 мм ($\Delta X = 2,4 \text{ мм}$). Погрешность от измерения температуры окружающей среды, от температурного изменения размеров плитки и применяемого инструмента не учитывать в связи с незначительным отличием температуры в лаборатории от установленной НТД нормальной температуры измерения;

– задание исследовательского типа. Определите доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности $P = 0,99$, если в результате восьмикратного измерения массы детали (г) получены следующие результаты: 23,361; 23,357; 23,352; 23,354; 23,346; 23,344; 23,340; 23,342. Распределение результатов взвешивания принять нормальным, грубые погрешности (промахи) необходимо исключить. Справочные данные взять из Приложения Д по ГОСТ Р 8.736-2011. Значение коэффициента Стьюдента принять $t = 4,03$ (при $n = 8$ и $P = 0,99$). Запишите результат шестикратного взвешивания объекта по ГОСТ Р 8.736-2011 с указанием среднего значения, его доверительного интервала при доверительной вероятности и числе измерений.

– задание исследовательского типа. Измерение вязкости при помощи капиллярного вискозиметра основано на определении времени истечения через капилляр определенного объема жидкости. При калибровке проведены 10 измерений времени истечения градуировочной жидкости через капилляр: 65,0; 65,2; 65,4; 65,6; 65,8; 65,4; 65,2; 65,4; 65,4; 65,8 с. Определить относительную поправку вискозиметра. Оценить расширенную неопределенность результатов ка-

либровки. Оформить бюджет неопределенности. Представить результаты калибровки с учетом расширенной неопределенности. При расчете неопределенности принять, что расчетное время истечения градуировочной жидкости составляет 64,1 с, погрешность аттестованного значения вязкости градуировочной жидкости составляет $\pm 0,2\%$; погрешность измерения времени истечения градуировочной жидкости равна $\pm 0,2$ с; коэффициент охвата $k = 2$ при доверительной вероятности $p = 0,95$.

Важным компонентом методической системы подготовки магистров являются современные средства обучения, которые включают не только компьютерные средства и ЕОИС вуза, но и специальные технические средства измерений, например геометрических параметров, величин давления и электротехнических величин. С учетом цифровизации инженерного образования, на наш взгляд, к такому необходимому перечню измерительного лабораторного инструментария при подготовке магистров, следует отнести: манометр цифровой М0-05; штангенциркуль цифровой ШЦЦ-1-150-0,01; индикатор цифровой ИЦ; осциллограф DSO-6022BE; измеритель параметров вибрации ВИБРАН-2.0; плиту поверочную; гигрометр ВИТ-2 15-40С; микрометры (МК-25, МК-50, МРИ 25-0.01, МТ-50, МЗ-25); кронциркули-нутромеры (1-го и 2-го классов точности); набор концевых мер длины №1; угольники (УП 160*100(395,0), УШ 250*180(895,0)); штангенциркули (ШЦ 125-0,05, ШЦ-1-125, ШЦ-1-150); теодолиты (ОТ-02, Т1, Т2); цифровой тахеометр; нивелир технический Н-5; приборы неразрушающего контроля (ультразвуковой толщиномер).

Заключение

В ходе исследования предложены в соответствии с ФГОС ВО 3++ элементы методической системы формирования профессиональных компетенций будущих магистров, обучающихся по образовательной программе 27.04.01. Согласно запросам рынка труда выделены профессиональные компетенции (ПК-1, ПК-2) и определены их индикаторы. Приведен комплекс дисциплин, отвечающих в учебном плане за формирование ПК-2. Приведены тематическая структура системы проблемных межпредметных за-

дач для формирования ПК-2 и оценки ее достижения, а также примеры задач разного уровня. Выделены актуальные технические средства обучения (типы цифровых средств обучения).

Начиная с 2020 г. элементы методической системы проходят апробацию в Нижегородском государственном архитектурно-строительном университете (ННГАСУ) при подготовке магистров по направлению «Стандартизация и метрология», профиль «Обеспечение безопасности и качества продукции» (очная и заочная формы обучения). Акцент в методической системе делается на актуальные и практико-ориентированные цели, диагностику результатов, методы и инструментарий обучения, что необходимо для обеспечения выпускников ННГАСУ конкурентными преимуществами при трудоустройстве и для результативности участия в олимпиадах разного уровня.

Подтверждением успешности подготовки магистрантов является победа в номинации «Знатор квалиметрии и управления качеством» студентки ФГБОУ ННГАСУ (апрель 2021 г.). Отметим, что олимпиада проходила на базе ФГБОУ ВО НИУ «Казанский национальный исследовательский технологический университет» и в олимпиаде принимали участие 15 ведущих федеральных технических университетов страны.

Список литературы

1. Ющик Е.В. Использование инновационных методов в подготовке бакалавров «Стандартизация и метрология» // Интерактивная наука. 2016. № 2. С. 82–84.
2. Карпова О.В. Подходы к практико-ориентированному обучению бакалавров по направлению «Стандартизация и метрология» // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2020. № 4 (67). С. 46–53.
3. Соколова Т.Б., Ткачук Г.А., Рябина В.В. Анализ трудовых функций, нормированных в профессиональных стандартах, соответствующих направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» // Молодой ученый. 2016. № 12.3 (116.3). С. 83–85.
4. Гуророва И.А. Стандартизация. Метрология. Сертификация. М.: Приор, 2001. 64 с.
5. Агеев В.А., Наумкин Н.И., Кильмашкин Е.А. Особенности реализации проектного обучения // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 4. С. 124–129.
6. Кутяйкин В.Г., Слюсарева Л.И. Метрологические основы измерений. Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2016. 136 с.
7. Зильбербранд Г.Е., Малышев А.Ю., Кутяйкин В.Г. Контроль качества исследований в аналитических и испытательных лабораториях. Н. Новгород: Поиск, 2016. 68 с.