

ИНФОРМАЦИЯ.НОВОСТИ.СОБЫТИЯ / INFORMATION. NEWS. EVENTS

DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-63-69

УДК 006.91:331.363

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

© А. Н. Пронин, Б. Я. Литвинов, М. В. Окрепилов, В. А. Слаев

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»

(ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия

e-mail: m.v.okrepilov@vniim.ru

ORCID: 0000-0001-9815-1795

Поступила в редакцию – 25 августа 2020 г.

Принята к публикации – 30 сентября 2020 г.

В статье кратко рассмотрены основные этапы развития системы метрологического образования в России, выделены основные задачи при подготовке специалистов-метрологов. Предложен альтернативный вариант интеграции образования и науки при осуществлении образовательной деятельности в Государственных научных метрологических центрах. Показано, что для проведения обучения целесообразно создание метрологических кластеров. В состав кластеров предлагается включать университеты, научные метрологические институты и общеобразовательные школы. Для реализации единообразия в подготовке будущих метрологов на всех этапах образовательной пирамиды предложен подход, основанный на разработке единого учебно-методического обеспечения.

Ключевые слова: метрологическое образование, интеграция образования и науки, метрологический кластер, учебно-методическое обеспечение

Ссылка при цитировании:

Метрологическое образование в России: итоги и перспективы / А. Н. Пронин [и др.] // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16, № 3. С. 63–69. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-63-69

For citation:

Pronin A. N., Litvinov B. Ya., Okrepilov M. V., Slaev V. A. Metrological education in the Russian federation: progress and prospects. *Measurement standards. Reference materials*. 2020;16(3): 63–69. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-23-63-69 (In Russ.).

METROLOGICAL EDUCATION IN THE RUSSIAN FEDERATION: PROGRESS AND PROSPECTS

© Anton N. Pronin, Boris Ya. Litvinov, Mikhail V. Okrepilov, Valerii A. Slaev

D.I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM), Saint Petersburg, Russia
e-mail: m.v.okrepilov@vniim.ru
ORCID: 0000-0001-9815-1795

Received—25 August, 2020.

Accepted for publication—30 September, 2020.

The main purposes of education and training of metrological experts based on brief review of key development stages of metrological education system were underlined. The alternate version of integration of science and education, when learning activities are realising at state scientific metrological centres was suggested. There was showed that the creation of metrological cluster for providing the education is effectually. Such clusters should consist of universities, scientific metrological institutes as well as high-schools. For the realisation of uniformity of preparation and training of potential experts on the all stages of «educational stairs» was suggested the way based on development of united teaching and learning materials on methodological support.

Keywords: metrological education, science and education integration, metrological cluster, teaching and learning materials, methodological support

Введение

Результаты измерений используются практически во всех сферах человеческой деятельности. Достоверность и необходимая точность измерений обеспечивают правильность принимаемых решений на всех уровнях управления. Измерительная информация является неотъемлемой частью технологических процессов и научных экспериментов. Роль науки об измерении и применении его результатов постоянно возрастает. При этом одной из проблем является обеспечение квалифицированными кадрами научных и практических работ в области метрологии. Поэтому актуальная задача—развитие и совершенствование их подготовки.

Объект исследования

Объектом исследования является профессиональная подготовка метрологов на разных уровнях профессионального образования.

Методическая основа

Исследование выполнено на основе обобщения опыта и практики подготовки метрологов на разных уровнях профессионального образования, участия ВНИИМ «им. Д. И. Менделеева» в подготовке

метрологических кадров; анализа нормативных документов в целях определения путей решения проблем в подготовке метрологов.

Обсуждение

Обсуждение целесообразно начать с краткой истории вопроса. При становлении высшего профессионального метрологического образования в России пройден долгий путь. Подготовка метрологов в России была начата в 1899 году в Главной палате мер и весов, преемником которой является Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева (ВНИИМ). Первая «Программа для испытаний в знании метрологических приемов для лиц, желающих поступить в местные поверочные палатки», разработанная Главной палатой, была утверждена министром финансов С. Ю. Витте 4 апреля 1900 г. и явилась прообразом первого государственного образовательного стандарта [1]. Необходимость развития производства и экономики в начале 20-х годов двадцатого века привела к тому, что на Главную палату мер и весов была возложена подготовка и переподготовка кадров работников в области метрологии. Главная палата имела право организовывать подготовительные курсы, лекции, устанавливать объем специальных знаний,

необходимых для занятия научно-технических должностей в поверочных учреждениях на всей территории СССР. Таким образом, осуществлялась учебная, учебно-методическая, научно-методическая деятельность в вопросах подготовки метрологических кадров.

Следующий важный этап связан с приказом Госстандарта СССР от 5 июня 1968 г., согласно которому на основании постановления Совета Министров СССР был создан Всесоюзный институт повышения квалификации руководящих и инженерно-технических работников в области стандартизации, качества продукции и метрологии (ВИСМ) и его Ленинградский филиал. Филиал был создан с опорой на ВНИИМ. Первоначально были организованы две кафедры: кафедру электрических измерений возглавил директор ВНИИМ, д. т. н., профессор В. О. Арутюнов, а кафедру метрологии – начальник лаборатории фундаментальных физических констант ВНИИМ, д. т. н., профессор С. В. Горбачевич. Опытные метрологи, лучшие специалисты ВНИИМ составили основу профессорско-преподавательского коллектива филиала. Впоследствии ВНИИМ выступил с инициативой открытия новой специальности для целевой подготовки специалистов-метрологов в составе какого-либо из ленинградских вузов. В итоге в Северо-Западном заочном политехническом институте 25 января 1980 г. была организована базовая кафедра метрологии при ВНИИМ. Это стало первым шагом при подготовке метрологов в ведущих университетах России [2].

К середине тридцатых годов в СССР обучение в аспирантуре утвердилось как основная форма подготовки научных и научно-педагогических кадров. Подготовка аспирантов велась и во ВНИИМ. Ученый совет ВНИИМ продолжал работу и в блокадном Ленинграде. Преемственность соблюдается: подготовка научных кадров высшей квалификации через аспирантуру проводится до настоящего времени. После перехода на трехуровневую систему высшего образования в России продолжением деятельности по подготовке кадров в области метрологии стало создание во ВНИИМ отдела подготовки кадров высшей квалификации и образовательных технологий.

Подготовка метрологов и повышение метрологической грамотности всех выпускников технических вузов требует соответствующего научно-методического сопровождения. Многие учебники и учебные пособия, ставшие основными при осуществлении образовательной деятельности, были подготовлены учеными-метрологами ВНИИМ. В сфере научно-методической деятельности ВНИИМ долгие осуществляет тесное сотрудничество в образовательной сфере с целым рядом

университетов. Специалисты ВНИИМ принимают участие в работе Федерального учебно-методического объединения (ФУМО) по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 27.00.00, куда входит направление подготовки 27.00.01 «Стандартизация и метрология». В настоящее время подготовка будущих метрологов ведется во многих университетах в различных городах России.

ВНИИМ является непосредственным участником создания и развития системы формирования профессиональной направленности будущих специалистов в области метрологии и метрологического обеспечения с учетом разных форм обучения (очная, очно-заочная, заочная) и различных уровней профессионального образования (среднее профессиональное, бакалавриат, специалитет и магистратура, подготовка кадров высшей квалификации). Следует особо отметить роль ВНИИМ в развитии дополнительного профессионального образования. В результате многолетней образовательной деятельности, научно-методической и учебно-методической работы можно сделать следующие выводы.

1. Процесс обучения метрологов связан с обеспечением пирамиды подготовки специалистов в сфере высшего образования.
2. На развитие образовательных технологий большое влияние оказывают профессиональные стандарты.
3. Развитие образовательной деятельности в условиях индустрии 4.0 характеризуются дальнейшей интеграцией метрологической науки и образовательных технологий.

Пирамида подготовки специалистов связана с уровнем специализации на каждом последующем уровне образования. Подготовка бакалавров характеризуется высоким уровнем общей подготовки. Магистратура предполагает переход к реальной специализации. Аспирантура связана с дальнейшим уровнем специализации. При этом реализация образовательной траектории каждого студента предполагает возможность смены направления подготовки при переходе на следующий уровень образования.

Профессиональные стандарты содержат перечень трудовых функций и обобщенных трудовых функций в соответствии с квалификационными уровнями. Требование к образованию для высоких квалификационных уровней начиная с седьмого – магистратура (специалитет) и аспирантура. Задача при осуществлении образовательной деятельности – подготовка обучающихся к выполнению этих трудовых функций. В условиях современного уровня развития науки

и техники и перехода к индустрии 4.0 проблема интеграции метрологической науки и образовательных технологий при подготовке будущих метрологов становится наиболее актуальной.

Результаты

В настоящее время система подготовки метрологов в России сформирована. Она обеспечивает обучение на уровне бакалавриата, магистратуры, подготовку кадров высшей квалификации через аспирантуру и реализацию дополнительного профессионального образования. Перспективы системы подготовки зависят от реализации новых подходов к образовательному процессу. Интеграция образования и науки в сфере метрологии должна проходить с учетом необходимости получения измерительной информации практически во всех сферах экономической деятельности при сохранении единых принципов ее получения.

Повышение уровня подготовки кадров обычно связывается с дальнейшей интеграцией университетов и научно-исследовательских институтов (НИИ) в соответствии с конкретными направлениями подготовки бакалавров, магистров, аспирантов. Сама проблема интеграции решалась как создание аналогов НИИ при факультетах, входящих в состав университетов, где должны непосредственно проводиться научные исследования. Цели с точки зрения образовательного процесса: внедрение в рабочие программы дисциплин, последние достижения науки и привлечение студентов к научной и исследовательской деятельности.

Подход себя оправдывает при наличии следующих условий:

- потребность в большом числе кадров;
- наличие университета, специализирующегося на подготовке этих кадров.

Если эти два условия не выполняются, то создание научно-исследовательских подразделений непосредственно в университетах экономически не оправдано вследствие большой стоимости оборудования и программного обеспечения, необходимых для осуществления полноценной научной и образовательной деятельности. Подход к решению проблемы состоял в создании кафедр, получивших название «базовых». Суть подхода в том, что базовые кафедры оставались структурными подразделениями университетов, но при этом гарантировался доступ к материально-технической базе НИИ. Этот подход можно назвать «движение науки в университет». Альтернативный вариант можно представить как «движение образовательных технологий в НИИ» [3]. В полной мере это оправдано если НИИ

имеет статус Государственного научного центра (ГНЦ).

В ГНЦ создаются образовательные центры, в которых сотрудники, имеющие опыт практической и научной работы, а также опыт преподавания в сфере высшего образования, осуществляют учебный процесс в части всех специальных дисциплин и дисциплин специализации. Со стороны университета в учебный процесс включаются преподаватели дисциплин общенаучного цикла. Этот подход позволит проводить повышение квалификации, переподготовку и подготовку кадров высшей квалификации в области метрологии и метрологического обеспечения на необходимом уровне. В рамках образовательных центров при ГНЦ целесообразно начать подготовку магистров по магистерским программам метрологического профиля.

Интерес к метрологии как науке и практической сфере деятельности необходимо прививать будущим абитуриентам во время обучения в общеобразовательной школе. В итоге участники процесса при взаимодействии образуют треугольник, который является своеобразным образовательным кластером. Пример кластера приведен на рис. 1.

Параллельно доминанте «движение науки в университет» активно развиваются образовательные технологии по альтернативному варианту, в основе которого лежит создание полноценного образовательного центра в ГНЦ. Этот перспективный вариант развивается во ВНИИМ, который является Национальным метрологическим институтом. Это один из «элементов» образовательного кластера. Вторым «элементом» является университет. Точнее – несколько университетов Санкт-Петербурга, осуществляющих подготовку метрологов. Взаимодействие с ВНИИМ осуществляется на договорной основе. Третий «элемент» кластера – средние общеобразовательные школы № 684 и № 237 г. Санкт-Петербурга. Образованы метрологические классы. Взаимодействие с университетами и ВНИИМ осуществляется на договорной основе. Образовательный кластер открыт для новых участников, готовых к реализации образовательных технологий, направленных на дальнейшую интеграцию образования и науки.

Для реализации образовательных технологий в единой цепочке «школа – университет – дополнительное профессиональное образование» помимо материально-технического обеспечения требуется соответствующее научно-методическое и учебно-методическое сопровождение. Будущие метрологи на всех этапах обучения сразу должны говорить на одном языке, который принят в метрологическом сообществе. С учетом такой важной составляющей, как законодательная

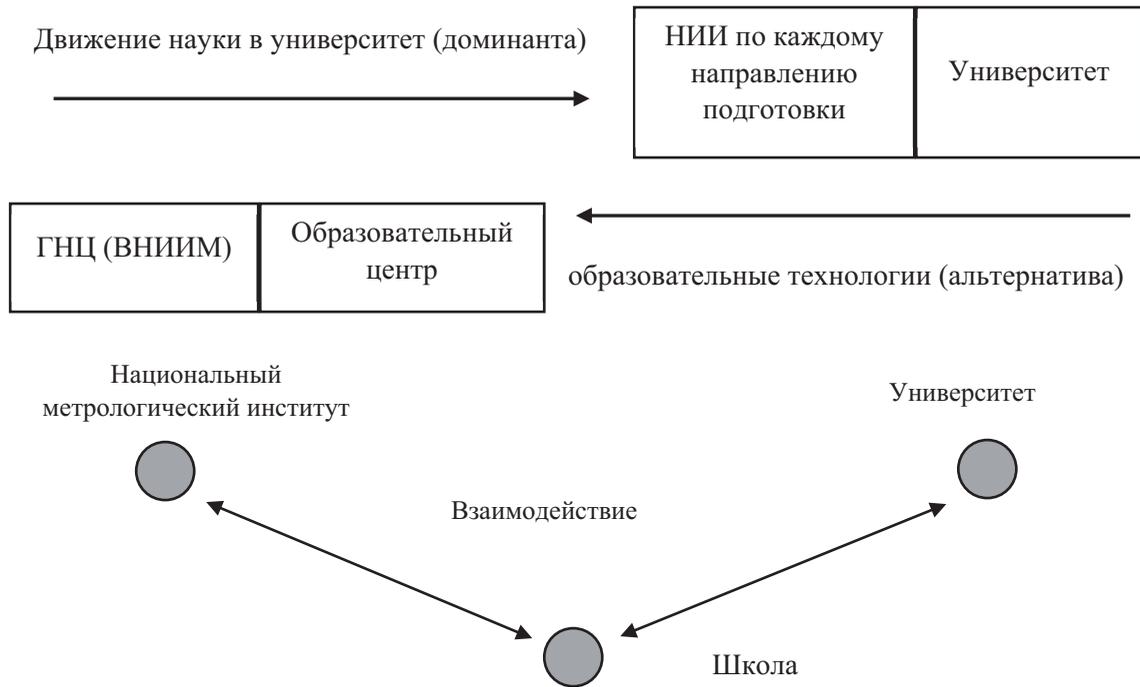


Рис. 1. Образовательный кластер
Fig. 1. Educational cluster

метрология, единое учебно-методическое сопровождение должно включать как метрологию, так и стандартизацию (рис. 2).

В дополнение к подготовке в аспирантуре, магистратуре, бакалавриате и общеобразовательной школе необходимо учитывать такой уровень среднего профессионального образования, т.е. подготовку метрологов в колледжах. В первую очередь единообразии подготовки необходимо обеспечить по отношению к базовым разделам метрологии. В качестве примера

можно привести вопросы, связанные с неопределенностью измерений, метрологической прослеживаемостью, калибровкой и поверкой, выбором средств измерений, основами обеспечения единства измерений и пр.

Сложность единообразного подхода к обучению на разных образовательных уровнях связана с различным уровнем подготовки слушателей (учеников). Принципиальная возможность подобного подхода уже была доказана. Хорошим примером может служить работа профессора Колорадского университета (США)

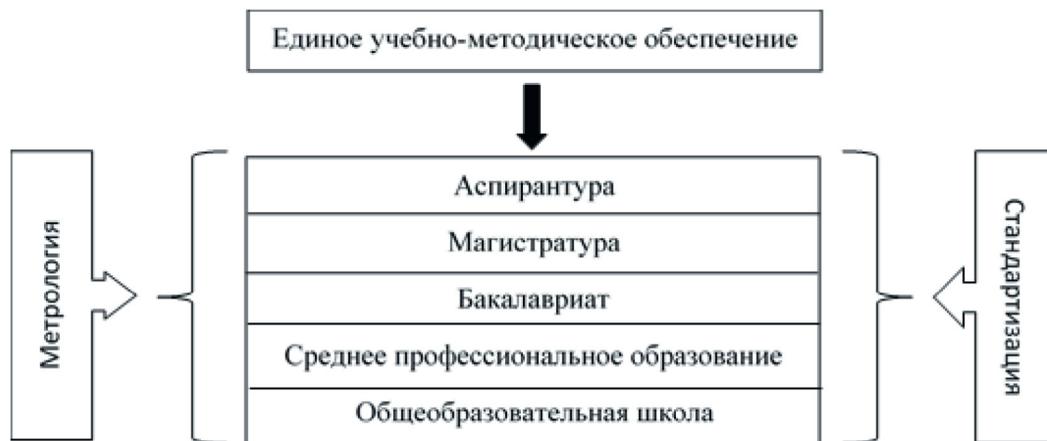


Рис. 2. Единое учебно-методическое обеспечение
Fig. 2. United learning methodological support

Дж. Тейлора [4]. Правда, уровни сложности были привязаны к младшим и старшим курсам университета, но сам подход при соответствующем развитии должен оказаться плодотворным. Важным условием является объединение преподавателей на различных уровнях обучения в единую команду.

Заключение

Перспективы метрологического образования в России связаны с внедрением инновационных образовательных технологий на основе кластеризации при реализации образовательного процесса. Измерительная информация относится к первичной информации, поступающей на вход информационных систем, и требуется практически во всех сферах экономической деятельности. В этих условиях создание полноценных образовательных центров в национальных метрологических институтах позволит решать проблемы материально-технического обеспечения и научно-методического сопровождения при подготовке метрологических кадров в России. Такой подход к единому учебно-методическому обеспечению в решении кадровых проблем в области метрологии и метрологического обеспечения является инновационным в деле интеграции науки и образования. Для его реализации есть все условия. Национальные метрологические институты в России имеют статус государственных научных центров и располагают:

- необходимой научно-технической базой;
- профессорско-преподавательским составом, имеющим опыт практической и научной работы;
- необходимым опытом в учебно-методической и научно-методической деятельности.

Само функционирование образовательных кластеров обеспечит связь обучаемых с современными тенденциями в развитии метрологии, такими как прослеживаемость, неопределенность измерений, ключевые сличения и базы данных по измерительным и калибровочным возможностям метрологических институтов, метрологические исследования в медицине и биологии, цифровая метрология, интеллектуальные средства измерений и т. п. Следует отметить, что при дальнейшем развитии кластерного подхода подготовка кадров для метрологических организаций и лабораторий может проходить с учетом географическо-климатических факторов, характерных для различных экономических зон Российской Федерации.

Вклад соавторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Автор Окрепилов М. В. является членом редакционной коллегии журнала «Эталоны. Стандартные образцы».

ЛИТЕРАТУРА

1. ВНИИМ и образовательная деятельность (к 175-летию ВНИИМ им. Д. И. Менделеева) / М. В. Окрепилов [и др.] // Законодательная и прикладная метрология. 2017. № 5. С. 48–52.
2. Окрепилов М. В., Литвинов Б. Я. ВНИИМ: подготовка специалистов-метрологов в сфере высшего образования // Компетентность. 2019. № 5. С. 12–17.
3. Пронин А. Н., Окрепилов М. В., Литвинов Б. Я. Государственный научный метрологический центр: проблемы кадрового обеспечения // Компетентность. 2018. № 8. С. 39–45.
4. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок: пер. с англ. Москва: Мир, 1985. 272 с.

REFERENCE

1. Okrepilov M. V., Litvinov B. Ya., Ginak E. B., Minina N. V. VNIIM and educational activities. Legislative and applied Metrology, 2017, no. 5, pp. 48–52 (in Russ.).
2. Okrepilov M. V., Litvinov B. Ya. VNIIM: training of metrological specialists in the field of higher education. Competency (Russia), 2019, no. 5, pp. 12–17 (in Russ.).
3. Pronin A. N., Okrepilov M. V., Litvinov B. Ya.. State scientific metrological centre: problems of personnel providing. Competency (Russia), 2019, no. 8, pp. 39–45 (in Russ.).
4. Taylor J. R. An introduction to error analysis. 1982. (Russ. ed.: Dedenko P. G. Vvedenie v teoriuu oshibok. Moscow, Mir Publ., 1985. 272 p.) (in Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пронин Антон Николаевич – и.о. генерального директора ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19. e-mail: info@vniim.ru

Литвинов Борис Яковлевич – д-р. техн. наук, доцент, главный научный сотрудник отдела подготовки кадров высшей квалификации и образовательных технологий ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19. e-mail: info@vniim.ru

Окрепилов Михаил Владимирович – д-р. техн. наук, доцент, заместитель директора по качеству и образовательной деятельности ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19. e-mail: m.v.okrepilov@vniim.ru
ORCID: 0000-0001-9815-1795

Слаев Валерий Абдуллович – д-р. техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19. e-mail: info@vniim.ru
ORCID: 0000-0003-0347-7712

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anton N. Pronin – acting general director D. I. Mendeleev Institute for Metrology. 19 Moskovskiy ave., St. Petersburg 190005, Russian Federation e-mail: info@vniim.ru

Boris Ya. Litvinov – D. Sc. (Eng.), associate professor, chief researcher of the department for training highly qualified personnel and educational technologies D. I. Mendeleev Institute for Metrology. 19 Moskovskiy ave., St. Petersburg 190005, Russian Federation e-mail: info@vniim.ru

Mikhail V. Okrepilov – D. Sc. (Eng.), Associate Professor, Deputy Director for Quality and Educational Activities of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM) 19 Moskovskiy ave., St. Petersburg 190005, Russian Federation e-mail: info@vniim.ru
e-mail: m.v.okrepilov@vniim.ru
ORCID: 0000-0001-9815-1795

Valerii A. Slaev – D. Sc. (Eng.), professor, chief scientist D. I. Mendeleev Institute for Metrology. 19 Moskovskiy ave., St. Petersburg 190005, Russian Federation e-mail: info@vniim.ru
ORCID: 0000-0003-0347-7712