

*Н. Н. Достовалов<sup>1</sup>\**

## **Повышение качества подготовки кадров для метрологических служб посредством расширения номенклатуры лабораторных работ в образовательном процессе**

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация  
\* e-mail: dostovalov@ssga.ru

**Аннотация.** Анализ рынка труда на сегодняшний день показывает острую нехватку кадров во многих направлениях технических специальностей. В том числе, и в области метрологического обеспечения. Для выполнения профессиональных задач на предприятиях разной направленности требуется уверенное владение специалистом определенными навыками и компетенциями. Качество подготовки кадров вызывает множество претензий со стороны работодателей. Особо отмечается слабое умение молодых специалистов соотнести полученные теоретические знания с их практической реализацией в процессе трудовой деятельности, трудности с выбором метода решения задач, неуверенность в принятии собственных практических решений. Одним из способов устранения выявленной проблемы может быть увеличение и расширение номенклатуры учебных задач, которые могут быть рассмотрены, например, в процессе выполнения лабораторных работ. В данной работе рассмотрена возможность создания модульных обучающих технологий и приведены результаты для дисциплины «Метрологическое обеспечение теплотехнических измерений».

**Ключевые слова:** подготовка кадров, проектное обучение, калибратор температуры, оборудование, калибровка, погрешность, регистратор температуры

*N. N. Dostovalov<sup>1</sup>\**

## **Improving the Quality of Training for Metrological Services by Expanding the Range of Laboratory Work in the Educational process**

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: dostovalov@ssga.ru

**Abstract.** An analysis of the labor market today shows an acute shortage of personnel in many areas of technical specialties and in the field of metrological support, in particular. On the other hand, in order to perform professional tasks at enterprises of various directions, a specialist must have certain skills and competencies, and this aspect of personnel training that causes many complaints from employers. The weak ability of young specialists to correlate the received theoretical knowledge with their practical implementation in the course of work, difficulties in choosing a method for solving a problem, and uncertainty in making their own practical decisions especially noted. One of the ways to eliminate the identified problem may be to increase and expand the range of educational tasks that considered, for example, in the process of performing laboratory work. In this paper, the possibilities of finding solutions on the example of creating modular learning technologies are considered and the results of the discipline "Metrological support of thermal measurements" are presented.

**Keywords:** personnel training, project training, temperature calibrator, equipment, calibration, error, temperature recorder

## *Введение*

Выполнение лабораторных работ в течение образовательного процесса помогает закрепить изученный теоретический материал и получить навыки принятия самостоятельных решений, поэтому возникает необходимость поддержания на должном уровне материально-технической базы по изучаемому направлению, однако существует ряд трудностей, возникающих в учебном процессе, обусловленных различными причинами. Промышленно выпускаемые средства измерения и воспроизведения физических величин обладают множеством неоспоримых преимуществ при использовании в образовательном процессе, но есть и серьезные недостатки:

- высокая стоимость;
- сложности в ремонте, что особенно актуально в условиях образовательного процесса;
- несовместимость интерфейсов и ухудшение характеристик при устаревании оборудования;
- недостаточное количество единиц техники (при использовании в больших группах обучающихся);
- избыточность применения в учебных целях промышленно выпускаемых средств измерений утвержденного типа в связи с невысокими требованиями к их метрологическим характеристикам и невозможности загрузки в постоянном режиме;
- длительный процесс выхода оборудования на стационарный режим, зачастую превышающий время одного занятия. Проблема связана с большим объемом, например, камер жидкостных термостатов. По схожим причинам нет смысла заготавливать большие объемы льда для нуль-термостатов;
- повышенные требования к технике безопасности. Присутствует высокий риск поражения электрическим током и получения ожогов. Как следствие, возникают ограничения по диапазону температур. Кроме того, крайне нежелательно использование в условиях аудитории многих материалов и веществ – масел, спиртов, сухого льда, жидкого азота, а также ртутных термометров.

Все вышеперечисленные проблемы приводят к тому, что при наличии финансирования оборудование, позволяющее решить все задачи подготовки грамотного специалиста, закупить сложно.

В настоящее время принято считать перспективной замену реальных установок их виртуальными аналогами, но и в таком случае далеко не все навыки можно получить. Возникают дополнительные проблемы:

- примитивность предлагаемых работ;
- несовершенство используемой физической модели;
- невозможность задания параметров симуляции;
- низкое качество методического материала;
- необходимость следования строго прописанному в коде программы алгоритму и др.

Одним из вариантов решения указанных проблем может быть изготовление обучающимися лабораторного оборудования в рамках проектного обучения. Такой вид обучения позволяет создавать ситуации, приближенные к реальной трудовой деятельности и применять междисциплинарный подход при реализации поставленной темы.

### *Методы и материалы*

Известно большое количество недорогих Arduino-совместимых модулей – датчиков различных физических величин, которые нашли широкое применение, например, в робототехнике или системах умного дома. Несмотря на свои небольшие размеры, данные датчики имеют довольно сложное устройство, подобное более совершенным средствам измерений [1, 2].

Модульность конструкции позволяет осуществлять быстрый ремонт и подстройку под задачи конкретной лабораторной работы, то есть приводит к вариативности как самой постановки учебной задачи, так и выбора обучающимися собственного варианта измерительного процесса.

На данной элементной базе в рамках подготовки к научным конференциям обучающимися было изготовлено несколько устройств [3–5], перечисленных ниже.

Действующий макет жидкостного *калибратора температуры*, имеющий схожие с серийными образцами конструкцию и функции. Устройство позволяет поддерживать стабильную температуру в диапазоне от 30°C до 100°C в замкнутом объеме и состоит из емкости с водой объемом 100 мл, датчика температуры с разрешением 0,01°C, гальванически изолированного от сети переменного тока нагревателя мощностью 150 Вт и пропорционально-интегрально-дифференцирующего (ПИД) регулятора температуры. Есть возможность подключения к персональному компьютеру (ПК) для управления и построения графиков. Перемешивание воды осуществляется встроенным мотором с мешалкой. Предусмотрен штатив для закрепления стеклянных термометров.

В дальнейшем возможно изготовление на базе данного устройства сухоблочного калибратора, термостата или модели абсолютно черного тела.

*Измеритель температуры* позволяет подключать цифровые датчики температуры DS18B20, термопары и термометры сопротивления к ПК для сбора результатов измерений.

*Одноканальный регистратор температуры* – автономное устройство, позволяющее проводить автоматические измерения температуры. Значения температуры записываются на карту памяти и имеют привязку к реальному времени.

*Нуль-термостат*, предназначенный для воспроизведения температуры таяния льда (0°C) с достаточной для учебных целей точностью и представляющий собой теплоизолированный сосуд объемом 100 мл, в который засыпают смесь, состоящую из льда и жидкой воды.

## *Результаты*

На базе данного оборудования разработаны и опробованы в учебном процессе следующие лабораторные работы, в создании которых обучающиеся также принимали участие:

- исследование металлических и полупроводниковых терморезисторов;
- калибровка регистратора температуры (цифровых датчиков температуры);
- оценка случайной и систематической погрешностей термопреобразователей сопротивления (термоэлектрических преобразователей);

Данное оборудование может быть полезно при изучении многих других дисциплин:

- введение в профессиональную деятельность;
- метрология;
- теория и расчет измерительных преобразователей и приборов;
- автоматизация измерений, контроля и испытаний;
- теория автоматического управления.

Применение предложенного метода создания модульных действующих средств измерений позволило повысить интерес обучающихся к изучаемому материалу, создать дополнительные обучающие средства, а также сформировать некоторые практические навыки у будущих специалистов.

## *Заключение*

Таким образом, в результате применения проектного обучения появляется возможность разработки новых лабораторных работ, что в целом приводит к повышению качества освоения профессиональных компетенций за счет объединения знаний в области фундаментальных физических процессов с конкретными задачами, которыми могут быть:

- получение теоретических знаний по метрологии (средства измерений, виды погрешностей, поиск причин их возникновения и способы устранения);
- ознакомление с нормативной документацией (законы, стандарты и т. д.);
- проведение испытаний и оформление их результатов (разработка описания типа средств измерения, поверка, калибровка)
- ознакомление с устройством различных средств измерений и их составных частей (микроконтроллеры, датчики, дисплеи и т. д.).

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire® Digital Thermometer. Datasheet – production data. – Текст : электронный. – URL: [http://wiki.amperka.ru/\\_media/продукты:ds18b20:ds18b20\\_datasheet.pdf](http://wiki.amperka.ru/_media/продукты:ds18b20:ds18b20_datasheet.pdf).
2. BME280 Combined humidity and pressure sensor Datasheet – production data. – Текст: электронный. – URL: [http://wiki.amperka.ru/\\_media/products:pimoroni-raspberry-pi-enviro-air-quality:bme280-datasheet.pdf](http://wiki.amperka.ru/_media/products:pimoroni-raspberry-pi-enviro-air-quality:bme280-datasheet.pdf).
3. Достовалов, Н. Н. Разработка и испытание регистратора температуры / Н. Н. Достовалов, Р. Т. Гафуров, Н. М. Гафуров, Е. А. Малёж. – Текст: непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVIII Междунар. науч. конгр., 18–20 мая 2022 г., Новосибирск: сборник мате-

риалов в 8 т. – Т.7: Международная научно-технологическая конференция студентов и молодых ученых «Молодежь. Инновации. Технологии». – Новосибирск: СГУГиТ, 2022. № 2. – С. 13–18.

4. Достовалов, Н. Н. Разработка мини-проекта «Камера Вильсона» в рамках реализации проектного обучения / Н. Н. Достовалов, С. Л. Шергин. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы образования. Модель проблемно-ориентированного проектного обучения в современном университете: сб. материалов Международной научно-методической конференции, 24–26 февраля 2021 года, Новосибирск. В 3 ч. Ч. 2. – Новосибирск: СГУГиТ, 2021. – С. 164–168.

5. Достовалов, Н. Н. Разработка лазерного дальномера и определение его метрологических характеристик в рамках реализации проектного обучения / Н. Н. Достовалов, И. А. Михеев. – Текст: непосредственный // Физическое образование в вузах. – 2022. – Том 28. – Номер 3. – С. 58–68.

© Н. Н. Достовалов, 2023