

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ  
СТУДЕНТАМИ В РАМКАХ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ

И.В. Павлова, А.А. Потапов

**Аннотация.** Процессы, происходящие в современном мире, требуют от специалистов новых квалификаций и компетенций, приводят к необходимости выпускать из учебных заведений инициативных молодых работников, способных рационально решать производственные задачи. Однако работодатели отмечают недостаточный уровень компетентности у выпускников высших учебных заведений. В настоящее время от выпускников требуется владение как профессиональными (математическими, физическими, химическими инженерными), так и надпрофессиональными (личностными) навыками: управление проектами и процессами, умение работать в команде, лидерство, предпринимательский креатив. Большая роль в формировании как профессиональных, так и личностных навыков отводится такой форме проведения занятий, как лабораторные работы, при выполнении которых расширяются и углубляются знания, умения и навыки по основным вопросам теории и практики. Лабораторный практикум позволяет экспериментально изучить законы и явления, играет определяющую роль в профессиональной подготовке студента. Но проведение лабораторных работ часто затрудняется невозможностью приобретения комплекса необходимого лабораторного оборудования, либо недостаточным функционалом и моральным устареванием уже имеющихся лабораторных стендов. В статье отражена попытка преодоления данных противоречий за счет внедрения проектного обучения для студентов старших курсов бакалавриата и магистратуры, направленного на разработку новых лабораторных стендов, модернизацию устаревших стендов и расширение их функционала, создание виртуальных лабораторий, разработку учебно-методического обеспечения для созданных стендов. В статье приведены примеры реализации всех направлений проектной деятельности. Лабораторные стенды, разработанные студентами нашей кафедры, вводятся в учебный процесс как в энергетическом университете в рамках направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», так и могут быть применены для проведения лабораторных работ со студентами, обучающимися в системе СПО по направлениям 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи». Макеты и модели разработанных устройств применяются в качестве демонстрационных образцов на лекциях и практических занятиях. На их примере объясняются принципы работы электронных устройств.

© Павлова И.В., Потапов А.А., 2021

Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License  
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

**Ключевые слова:** проектное обучение, профессиональные и личностные навыки, лабораторные работы, лабораторные стенды.

**Для цитирования:** Павлова И.В., Потанов А.А. Опыт разработки лабораторных стендов студентами в рамках проектного обучения // Преподаватель XXI век. 2021. № 1. Часть 1. С. 114–121. DOI: 10.31862/2073-9613-2021-1-114-121

## THE EXPERIENCE OF STUDENTS IN DEVELOPING LABORATORY STANDS WITHIN THE FRAMEWORK OF PROJECT-BASED LEARNING

**I.V. Pavlova, A.A. Potapov**

**Abstract.** *The processes taking place in the modern world require new qualifications and competences from specialists, make it necessary to train proactive young workers capable of solving production tasks rationally. However, employers note the insufficient level of competence among university graduates. At present graduates are required to have both professional: mathematical, physical, chemical engineering, and s personal skills: project and process management, teamwork, leadership, entrepreneurial creativity. A great role in the formation of both professional and personal skills is given to such a form of classes as laboratory work, during which the knowledge, abilities and skills on the main issues of theory and practice are expanded and deepened. Laboratory practice allows to experimentally study the laws and phenomena, and plays a decisive role in the professional training of the student. But carrying out laboratory work is often hampered by the inability to acquire a set of necessary laboratory equipment, or by insufficient functionality and obsolescence of existing laboratory stands. The article reflects an attempt to overcome these contradictions through the introduction of project-based learning for undergraduate and graduate students aimed at developing new laboratory stands, upgrading outdated stands and expanding their functionality, creating virtual laboratories, development of educational and methodological support for the created stands. The article provides examples of the implementation of all areas of project activities. The laboratory stands created by the students of our department are used in the educational process at the Power engineering university within the framework of the 11.03.04. “Electronics and Nano-electronics” direction and can be applied for carrying out laboratory works with the students studying in the system of Professional educational institutions within the 11.00.00. “Electronics, Radio engineering and Communication systems” direction. Layouts and models of the developed devices are used as demonstration samples in lectures and practical classes. Their example explains the principles of operation of electronic devices.*

**Keywords:** *project-based learning, professional and personal skills, laboratory works, laboratory stands.*

**Cite as:** Pavlova I.V., Potapov A.A. The Experience of students in Developing Laboratory Stands within the framework of roject Based Learning. *Prepodavatel XXI vek*. Russian Journal of Education, 2021, No. 1, part 1, pp. 114–121. DOI: 10.31862/2073-9613-2021-1-114-121

**П**ереход от индустриального общества и простых технологических операций к обществу постиндустриальному требует специалистов, которые могут работать с пакетами современных технологий в изменяющихся внешних условиях, заставляющих человека самостоятельно оценивать ситуацию и принимать ответственные решения [1]. Промышленности необходимы кадры, адаптированные к профессиональной деятельности в условиях цифровизации производства, способные оперативно решать встающие перед ними профессиональные задачи [2].

Опросы работодателей показывают, что качество современного образования не соответствует запросам промышленности на профессиональные и личностные навыки их будущих работников [3]. Кроме того, у нынешних студентов слабо выражен интерес к овладению знаниями и достижению профессионализма [4, с. 56]. Существует также значительный разрыв между содержанием обучения и технологическими изменениями, происходящими на промышленных предприятиях [5]. Финансирование учреждений всех ступеней образования по-прежнему остается на низком уровне. Многие колледжи и университеты в нынешнее время вынуждены бороться за получение государственных грантов для обновления лабораторного оборудования. Современная лабораторная база позволит увеличить конкурентоспособность образовательного учреждения и повысить его рейтинг, что в свою очередь положительно повлияет на качество подготовки будущих специалистов и заинтересованность предприятий в принятии новых опытных кадров.

Попытка преодоления указанных противоречий видится нам в практико-

ориентированном подходе к обучению студентов. В частности, проектный метод обучения помогает студентам применить теоретические знания в области электроники, в практической деятельности знакомит их с электрическими устройствами и приборами для измерения их характеристик, принципами работы электронных схем, а также с методами проведения экспериментов и обработки их результатов.

Учебный процесс не только должен обеспечивать получение знаний студентом, но также и сформировать основные умения и навыки, которые пригодятся ему в будущей профессиональной деятельности [6]. И здесь большая роль отводится такой форме проведения занятий, как лабораторные работы, целью которых является экспериментальное изучение наиболее характерных законов и явлений, расширение и углубление знаний, умений и навыков по основным вопросам теории и практики. Лабораторный практикум всегда играл определяющую роль в профессиональной подготовке студента [7].

Наличие современных учебно-лабораторных стендов помогает преподавателям улучшить образовательный процесс, поскольку у студентов появляется возможность на практике проверить полученные теоретические знания и наработать определенный практический опыт. Это позволяет подготовить высококвалифицированных специалистов, которые соответствуют возрастающим запросам работодателей. Но учебные заведения не всегда могут позволить себе обеспечить своих студентов всем комплексом лабораторного оборудования, необходимого для качественного формирования профессиональных компетенций. Например, при

изучении дисциплин по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» возможно использование лабораторных стендов, которые широко представлены на современном рынке лабораторного оборудования, но при этом имеют высокую рыночную стоимость и часто не учитывают специфики преподаваемых дисциплин. Да и функционал предлагаемого оборудования часто ограничен и не достаточен для глубокого изучения наблюдаемых явлений и процессов. Часто готовые лабораторные стенды несут в себе компьютерную систему обработки информации, которая позволяет сразу выводить получаемую информацию на экран в виде графиков и/или таблиц. Такая система удобна для проведения научных экспериментов, так как исключает рутинные операции по сбору и обработке данных, но она не позволяет студентам непосредственно взаимодействовать с изучаемым объектом для понимания процессов, происходящих в нем, не дает возможности настроить представление результатов измерений и расширить функционал лабораторного стенда. Проблема преодоления данного противоречия делает актуальной задачу создания специализированных лабораторных стендов с учетом особенностей преподаваемых дисциплин. Основными критериями самостоятельного проектирования и разработки лабораторных стендов, по нашему мнению, являются: соответствие специфике рабочей программы дисциплины, эргономичность, безопасность в использовании, технологичность, ремонтпригодность и, конечно, более низкая стоимость по сравнению с готовыми образцами.

На кафедре промышленной электроники и светотехники Казанского государственного энергетического университета

ведется непрерывное расширение и совершенствование лабораторной базы, применяемой в процессе обучения. Это достигается, в том числе, и за счет разработки лабораторных стендов самими студентами старших курсов бакалавриата и магистратуры в рамках проведения НИРС. Под руководством преподавателей студенты воплощают свои проекты, проходя путь от расчета и моделирования, заканчивая реализацией готового электронного устройства. В данный момент на кафедре развивается несколько направлений проектной деятельности: разработка новых лабораторных стендов, модернизация устаревших стендов и расширение их функционала, создание виртуальных лабораторий, разработка учебно-методического обеспечения для созданных стендов.

Направление проектной деятельности по созданию лабораторных стендов осуществляется магистрантами кафедры. Результатом этой работы явились несколько учебных комплексов для проведения лабораторных работ по дисциплинам направления подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника». В качестве примера можно привести набор лабораторных стендов для исследования вольтамперных характеристик полупроводниковых приборов (см. рис. 1). Эти стенды широко используются при проведении занятий по дисциплинам «Физические основы полупроводниковой и функциональной электроники», «Информационно-измерительная техника и электроника».

Стенды предназначены для исследования вольтамперных характеристик диода, стабилитрона, фотодиода, светодиода, оптопары, биполярного pnp и npn транзисторов, полевых транзисторов с индуцированным и встроенным каналами. Управление полупроводниковыми

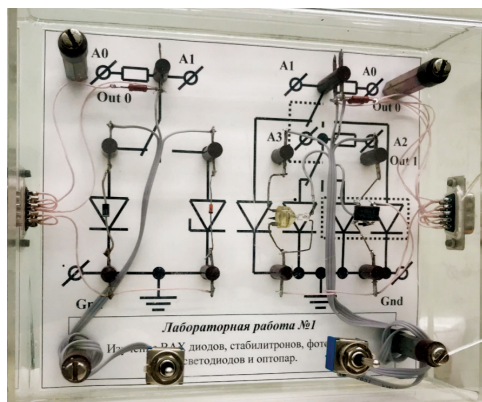


Рис. 1. Лабораторный стенд по изучению вольтамперных характеристик диодов, стабилизаторов, фотодиодов, светодиодов и оптопар

приборами осуществляется с помощью модульной системы согласования сигналов NI SCXI-1302 от компании National Instruments, которая включает в себя аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи и подключается к персональному компьютеру. Модульная система согласования сигналов NI совместно с персональным компьютером и установленной программой LabVIEW является как генератором различных напряжений (постоянных и переменных любой формы), так и измерительным прибором (вольтметром или осциллографом). Эта система позволяет исследовать различные электронные схемы, как простые, так и сложные. Результаты измерений можно представлять в любом виде (цифровом, графическом) и при необходимости осуществлять дальнейшую обработку полученных данных. В среде графического программирования LabVIEW создан пользовательский интерфейс, позволяющий реализовать измерение вольтамперных характеристик как в автоматическом, так и ручном режиме. Напряжение, задаваемое пользователем в программе

LabVIEW, подается на модульную систему согласования сигналов, в которой из цифровой формы, преобразуется в аналоговую. Аналоговое напряжение подается на исследуемый полупроводниковый прибор и измеряется ток, протекающий через него. Измерение тока осуществляется с помощью этой же модульной системы, в которой аналоговый сигнал преобразуется в цифровой, и оцифрованный сигнал считывается программой LabVIEW. Полученные данные представляются в числовой форме (амперметр и вольтметр) и графической форме в виде графика зависимости тока от напряжения.

Также в ходе выполнения проекта по разработке новых лабораторных стендов, был создан комплекс, применяемый для проведения лабораторных работ по дисциплинам «Схемотехника» и «Основы преобразовательной техники». Этот комплекс состоит из персонального компьютера с программой LabVIEW и модульной системы согласования сигналов NI SCXI-1302, заменяющие собой дорогостоящие электронные устройства: источник питания; функциональный генератор напряжения произвольной формы; генератор импульсов в широком диапазоне частот; стрелочные и цифровые измерительные приборы; элементы индикации и управления. Лабораторный комплекс позволяет выполнять лабораторные работы по исследованию вольтамперных характеристик диодов, биполярных и полевых транзисторов, тиристоров, оптопар, усилительных каскадов на транзисторах, управляемых и неуправляемых выпрямителей, сглаживающих фильтров, стабилизаторов напряжения, различных схем на операционных усилителях.

В ходе реализации проекта по модернизации лабораторного оборудования,

был усовершенствован лабораторный комплекс, применяемый в дисциплине «Электроника и микропроцессорная техника». В процессе модернизации была произведена замена элементной базы исследуемых устройств на современную, в состав которой входят: логические элементы (И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, Исключающее ИЛИ), шифратор и дешифратор, мультиплексор и демультимплексор, сумматоры, RS-триггеры, D-триггер, JK-триггер, счетчики, параллельные регистры, цифро-аналоговые преобразователи, аналого-цифровые преобразователи, микроконтроллер. Обновленный лабораторный комплекс позволяет выполнять работы по исследованию логических элементов, синтезу и изучению комбинационных и последовательностных устройств, исследованию ЦАП и АЦП.

В рамках направления по созданию виртуальных лабораторий были созданы лабораторные комплексы для проведения работ по дисциплинам «Физические основы электроники» и «Материалы электронной техники». Виртуальные лабораторные комплексы созданы в среде графического программирования LabVIEW с использованием физических моделей процессов в различных материалах и симуляции полупроводниковых приборов и схем в программе Multisim. Функционал виртуальной лаборатории полностью повторяет реальные физические эксперименты и дополнительно позволяет проводить исследование при экстремальных режимах, что недопустимо в реальных лабораториях. Созданные виртуальные лаборатории позволяют выполнять работу на любом персональном компьютере, что дает возможность организовать эффективное обучение студентов

заочной формы и самостоятельную работу студентов в рамках дистанционной формы обучения. Работы по дисциплине «Материалы электронной техники» включают в себя исследование проводимости металлов и сплавов, полупроводниковых материалов, сегнетоэлектриков и ферромагнетиков. Лабораторные работы по дисциплине «Физические основы электроники» состоят из работ по исследованию диодов, стабилитронов, варикапов, туннельных диодов, тиристоров, динисторов, и симисторов.

Помимо создания учебных комплексов и лабораторных стендов, существует практика в написании студентами методических указаний к лабораторным работам. В ходе выполнения проекта по разработке учебно-методического обеспечения пишутся учебно-методические пособия по выполнению лабораторных работ, инструкции по работе с лабораторным оборудованием, техническая документация и описание лабораторных стендов.

Лабораторные стенды, разработанные нашими студентами, вводятся в учебный процесс, как в энергетическом университете в рамках направления 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», так и могут быть применены для проведения лабораторных работ со студентами, обучающимися в системе среднего профессионального образования по направлениям 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи». Макеты и модели разработанных устройств применяются в качестве демонстрационных образцов на лекциях и практических занятиях. На их примере объясняются принципы работы электронных устройств.

В действующих федеральных государственных образовательных стандартах

одним из основных видов деятельности, к которым должен быть готов выпускник высшего учебного заведения, является именно проектная деятельность, наряду с организационной, научно-исследовательской и производственной. Поэтому формирование проектной компетенции у студентов является одной из основных целей

обучения в вузе. Проектная компетенция формируется сформирована в рамках проектного метода обучения. Мы считаем, что использование накопленного опыта по проектированию лабораторных стендов старшекурсниками, отличная возможность повысить конкурентоспособность выпускников нашей кафедры на рынке труда.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ильязова, М.Д.* Компетентностный подход и задачи развития современной высшей школы // Сибирский педагогический журнал. 2008. № 3. С. 61–77.
2. *Pavlova, I.V., Sanger, P.A.* Student Assessed Impact of Active Learning Methods and Andragogy // SEFI Annual Conference. *Varietas Delectat. Complexity is the New Normality*. 2020. P. 851–861.
3. *Белаш, О.Ю., Чиркова А.А.* Оценка востребованности молодых специалистов на основе опроса работодателей // Инновации. 2018. № 9(239). С. 86–89.
4. *Горшков, М.К., Шереги, Ф.Э.* Молодежь России: социологический портрет. М.: ЦСП и М., 2010. 290 с.
5. *Винокуров, М.А., Братищенко, Д.В.* Развитие взаимодействия вуза с работодателями как фактор повышения конкурентоспособности выпускников // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права). 2012. № 6. С. 32–37.
6. *Потапов, А.А., Павлова, И.В.* Применение активных методов для повышения мотивации студентов к обучению по дисциплине «Силовая электроника» // Непрерывное образование: XXI век. 2020. № 1(29). С. 60–67.
7. *Фешин, Б.Н., Камы, К.О., Жасакбаев, А.Д., Эбусатун, И.С.* Лабораторные стенды как объекты исследования // Автоматика. Информатика. 2019. № 1(44). С. 58–62.

### REFERENCES

1. Ilyazova M.D. Kompetentnostnyj podhod i zadachi razvitija sovremennoj vyssej skoly [Competence Approach and Development Tasks of Modern Higher Education]. *Sibirskij pedagogičeskij žurnal = Siberian Pedagogical Journal*, 2008, No. 3, pp. 61–77. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Pavlova, I.V., Sanger, P.A. Student assessed impact of active learning methods and andragogy. In: *SEFI Annual Conference. Varietas Delectat. Complexity is the New Normality*. 2020, pp. 851–861.
3. Belash O.Yu., Chirkova A.A. Ocenka vostrebovannosti molodyh specialistov na osnove oprosa rabotodatelej [Assessment of the Demand for Young Specialists Based on a Survey of Employers]. *Innovacii = Innovations*, 2018, No. 9 (239), pp. 86–89. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Gorshkov M.K., Sheregi F.E. *Molodež Rossii: sociologičeskij portret* [Youth of Russia: A Sociological Portrait]. Moscow: TsSP and M, 2010. (In Russ.)
5. Vinokurov M.A., Bratishchenko D.V. Razvitie vzaimodejstvija vuza s rabotodateljami kak faktor povysenija konkurentosposobnosti vypusknikov [Development of Interaction between the University and Employers as a Factor in Increasing the Competitiveness of Graduates]. *Izvestija Irkutskoj*

*gosudarstvennoj ekonomičeskoj akademii (Bajkal'skij gosudarstvennyj universitet ekonomiki i prava) = News of the Irkutsk State Economic Academy (Baikal State University of Economics and Law)*, 2012, No. 6, pp. 32–37. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Potapov A.A., Pavlova I.V. Primenenie aktivnyh metodov dlja povysenija motivacii studentov k obuceniju po discipline “Silovaja elektronika” [Application of active methods to increase students’ motivation to study in the discipline «Power electronics»]. *Nepreryvnoe obrazovanie: XXI vek = Continuing education: XXI century*, 2020, No. 1 (29), pp. 60–67. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Feshin B.N., Kami K.O., Zhasakbaev A.D., Ebusagit I.S. Laboratornye stendy kak obekty issledovanija [Laboratory Stands as Objects of Research]. *Avtomatika. Informatika = Automation. Informatics*, 2019, No. 1 (44), pp. 58–62. (In Russ., abstract in Eng.)

---

**Павлова Ирина Викторовна**, кандидат химических наук, доцент, Казанский национальный исследовательский технологический университет, [ipavlova@list.ru](mailto:ipavlova@list.ru)

**Irina V. Pavlova**, PhD in Chemistry, Associate professor, Kazan National Research Technological University, [ipavlova@list.ru](mailto:ipavlova@list.ru)

**Потапов Андрей Александрович**, кандидат физико-математических наук, Казанский государственный энергетический университет, [aapot@ya.ru](mailto:aapot@ya.ru)

**Andrey A. Potapov**, PhD in Physics and Mathematics, Kazan State Power Engineering University, [aapot@ya.ru](mailto:aapot@ya.ru)

*Статья поступила в редакцию 07.08.2020. Принята к публикации 11.11.2020*

*The paper was submitted 07.08.2020. Accepted for publication 11.11.2020*