

УДК 378.1

DOI 10.54835/18102883_2022_32_8

ПАРТНЕРСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ ВУЗОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ. ОПЫТ ТУСУР

Троян Павел Ефимович,

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой физической электроники,
ведущий научный сотрудник лаборатории интегральной оптики и радиофотоники,
tre@tusur.ru

Сахаров Юрий Владимирович,

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры физической электроники,
ведущий научный сотрудник лаборатории интегральной оптики и радиофотоники,
iurii.v.sakharov@tusur.ru

Жидик Юрий Сергеевич,

кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории интегральной оптики и радиофотоники,
доцент кафедры физической электроники,
iurii.s.zhidik@tusur.ru

Чистоедова Инна Анатольевна,

кандидат технических наук, доцент кафедры физической электроники,
inna.a.chistoedova@tusur.ru

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40.

Современный этап развития экономики России требует интеграции науки, образования и инновационной деятельности. Такая интеграция является важнейшим фактором развития экономики и общества. При этом высшая школа обязана обеспечивать успешное выполнение возложенных на нее функций: подготовки высококвалифицированных кадров для реального сектора экономики и инициирование внедрения инновационных разработок ученых вузов на предприятиях различных отраслей экономики. Технологическое перевооружение предприятий электронного профиля, широкое применение цифровых технологий в производстве, задача создания собственной электронной компонентной базы требуют притока в электронную отрасль высококвалифицированных специалистов с широким набором компетенций. Требования профессиональных стандартов и их учет в образовательных программах вузов должны способствовать решению поставленных задач. Однако, несмотря на признание необходимости тесного сотрудничества между вузами и предприятиями, существующий уровень взаимодействия нельзя признать достаточным. Поэтому осмысление текущего и вычленение наиболее удачного опыта, а также поиск новых форм сотрудничества и способов решения текущих проблем является важнейшей актуальной задачей формирования кадрового потенциала в РФ. В работе представлен обзор механизмов и направлений взаимодействия вузов и предприятий как в мировой, так и в отечественной практике. На основе методов эмпирического анализа выявлены основные проблемы взаимодействия кафедры физической электроники ТУСУР и предприятий электронного профиля. Предложена модель взаимодействия вуз–предприятие, реализуемая кафедрой физической электроники ТУСУР. Модель включает традиционно используемые подходы и ряд инновационных форм, которые должны дать новый импульс развитию сотрудничества между ТУСУР и предприятиями электронного профиля.

Ключевые слова: вуз, предприятие, механизмы взаимодействия, проблемы взаимодействия и пути их решения, базовые кафедры, профессиональный экзамен, магистерская программа, практико-ориентированный подход.

Взаимодействие учреждений высшего образования и предприятий реального сектора экономики является важнейшим инструментом повышения качества подготовки специалистов. Этот тезис является основой взаимодействия, поскольку качество подготовки есть единая цель взаимодействия между вузом и предприятием.

Целью данной работы является изучение мирового и отечественного опыта взаимодействия вузов, предприятий и бизнес-сообществ в сравнении с опытом Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники; выявление и поиск путей решения основных проблем взаимодействия вуза и предприятия с учетом современных тенденций развития.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать основные проблемы взаимодействия вуз–предприятие и предложить модель взаимодействия указанных партнеров, повышающую эффективность взаимодействия учреждений высшего образования и предприятий реального сектора экономики из области электронной промышленности.

Обзор механизмов и направлений взаимодействия в мировой практике

Анализ взаимодействия вузов и предприятий в условиях современных рыночных отношений подчеркивает необходимость этого процесса и его полезность с точки зрения формирования у выпускников практико-ориентированных компетенций. Высокая практическая ориентированность высшего образования в совокупности с фундаментальными знаниями, а также его связь с реалиями экономической ситуации должны стать основой современного университета. Взаимодействие вуза с предприятиями и бизнес-сообществами различной сферы дает основу для формирования социального заказа на студентов, от которого должен отталкиваться вуз при формировании основных образовательных программ, учебных планов, производственных и научно-исследовательских практик. В процессе обучения в вузе у студента должны быть сформированы именно те практико-ориентированные компетенции, с которыми он будет востребован на рынке труда.

Обратимся к зарубежному опыту организации системы взаимодействия вуза и бизнес-структур. К примеру, в Австралии государственное финансирование научно-исследовательской деятельности университетов определяется той долей средств, которую они смогли привлечь при выполнении научно-практических задач в коллаборации с предприятиями промышленности и бизнес-сообществом (схема институциональных грантов *Institutional Grants Scheme*). Также учитывается и два других критерия – это привлечение аспирантов и количество научных публикаций, однако они имеют гораздо меньший вес, 30 и 10 % соответственно [1].

Университет Аальто (*Aalto University*) в Финляндии использует концепцию индивидуальных бизнес-проектов (*Customized Business Projects*) [2]. В рамках такого проекта университет формирует исследовательскую группу,

состоящую из 2–5 студентов последнего года обучения и преподавателя или научного работника – руководителя группы. Студенты отбираются индивидуально под каждый проект из разных факультетов. Участие в таком проекте позволяет студентам применить полученные знания на практике, а также получить кредиты *ECTS* за работу в нем [3]. Предприятиям малого и среднего бизнеса такие проекты позволяют в полной мере использовать синергетический эффект от взаимодействия науки, технологии и бизнеса и организовать совместную работу с потенциальными работниками. В результате осуществления такого проекта предприятия могут оценить профессиональные компетенции студентов и в дальнейшем использовать их как основание для найма уже выпускников. Проекты обычно реализуются в течение четырех месяцев с четко сформулированным результатом работы. Предприятие обеспечивает команду проекта необходимой информацией и производственными мощностями, а также осуществляет финансирование проекта [2, 3].

Университет Уппсалы (*Uppsala University*) в Швеции создал организацию *UU Innovation* для сотрудничества с бизнес-сообществом и предприятиями с целью проведения совместных исследований и коммерциализации результатов научной деятельности [1, 4]. Организация помогает студентам, аспирантам, научным сотрудникам, бизнес-сообществу и предприятиям встретиться и начать совместную деятельность, при которой происходит обмен знаниями, обучение и достижение какого-либо научно-практического результата. Также организация поддерживает частные поисковые исследования и студенческие бизнес-идеи, предлагая консультации по защите авторских прав, взаимодействию с государственными структурами.

В Германии существует система технических университетов и университетов, имеющих прикладной характер, которая тесно связана с производственными процессами на малых и средних предприятиях. Одно из первых мест в рейтинге занимает Берлинский университет прикладных технических и экономических наук (*Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin*), в котором создан и успешно функционирует кооперационный центр «Наука–практика» [1, 5]. Благодаря взаимодействию университета с предприятиями малого и среднего бизнеса в сфере производства

при поддержке центра «Наука–практика» осуществляется внедрение созданных студентами университета технологий, трудоустройство студентов на предприятия по профилю научно-образовательной деятельности. При этом предприятие осуществляет поддержку инновационных разработок студентов и формирует заказ на инновационные продукты и технологии. Магистерские работы формируются как проекты для реализации на конкретном предприятии малого или среднего бизнеса, и одним из условий успешной защиты проекта является его внедрение в практическую деятельность предприятия, на котором магистрант проходил практику [6].

Американская система взаимодействия вузов и предприятий принципиально отличается от европейской. Для американского высшего образования более характерно вовлечение бизнеса в систему администрирования, когда представители крупнейших фирм становятся непосредственными разработчиками и руководителями образовательных программ, курсов и учебных планов [1, 7]. Также в США создаются специализированные центры трансферта продукции интеллектуального труда на мировые рынки. Подобные центры обычно функционируют самостоятельно, но числятся в качестве структурных подразделений университетов. Центры трансферта отбирают наиболее перспективные проекты, обеспечивают правовую защиту авторских прав в ходе реализации наукоемкой продукции на мировом рынке, защищая при этом национальные интересы США [7].

В университетах Китая широко применяется модель тройной спирали, разработанная профессором Стэнфордского и Эдинбургского университетов Генри Ицковицем [8]. Данная модель нашла широкое применение в России, Китае, Испании, Мексике и др. В модели тройной спирали научные круги должны быть тесно связаны с промышленным миром. В частности, университеты должны взаимодействовать с промышленностью с целью максимальной капитализации знаний. В настоящее время в Китае взаимодействие университетов и промышленности осуществляется в трех направлениях: включение университетов в предприятия, создание научно-технических парков университетов, создание университетских городов. При этом особое место в системе высшего образования Китая занимает строительство университетов на основе на-

учных парков по подобию Стэнфордского и Кембриджского научных парков. В 2015 г. в Китае уже функционировало более 120 технопарков внутри страны. Еще 5 создано за рубежом: в Сингапуре, Мэриленде (США), Кэмбридже и Манчестере (Великобритания), Москве. Зарубежные технопарки являются для КНР платформой для выхода китайских предприятий и научно-исследовательских организаций за границу, а также эффективным способом привлечения в страну зарубежных ученых и специалистов [9].

Таким образом, проанализировав зарубежный опыт развития отношений вуза и бизнеса, можно сделать вывод о том, что зарубежные вузы отличаются своей практико-ориентированностью. На базе ведущих зарубежных университетов Австралии, Великобритании, Германии, Швеции, Финляндии, США реализовано уже много успешных проектов по заказам предприятий малого и среднего бизнеса, разработаны специализированные программы по привлечению студентов к взаимодействию с представителями бизнес-сообщества.

Обзор механизмов и направлений взаимодействия в РФ

За время развития рыночной экономики в вузах РФ также накоплено не мало опыта по взаимодействию с предприятиями и бизнес-сообществом различного уровня и направлений.

Координация взаимодействия вузов с работодателями посредством созданных в вузах РФ центров развития карьеры или центров содействия трудоустройству выпускников. Таких центров в РФ более 350. В их работу входит консультирование студентов и выпускников по вопросам трудоустройства, актуальных вакансий, практик и стажировок, проведение тренингов, семинаров и мастер-классов по прохождению собеседования, написанию резюме, проведение дней карьеры, ярмарок вакансий, лекций, семинаров, тренингов, деловых игр, круглых столов [10].

Организация для студентов производственной и преддипломной практики на предприятии. Практика направления студентов на предприятия реального сектора экономики реализуются еще со времен СССР. Практика проводится на договорных началах с промышленными предприятиями. Для решения вопросов, связанных с практикой, назначаются руководители от университета.

Проведение ярмарок вакансий, встреч студентов с представителями промышленности. В университетах организуются ярмарки вакансий, на которых проходят встречи студентов с потенциальными работодателями. Работодатели знакомят студентов с вакансиями предприятия, рассказывают про особенности работы у них, перспективы карьерного роста и предлагают разные формы занятости.

Целевое обучение. Представляет собой длительные отношения между вузом и предприятием. Различается поступление на целевой основе и целевое обучение. Поступление по целевой квоте проходит по отдельному конкурсу. Для зачисления поступающие, направленные на учебу предприятиями, как и все остальные, сдают вступительные экзамены, однако конкурс на зачисление проводится отдельный и проходной балл обычно несколько ниже. Уже поступившие на общих основаниях студенты могут перейти на целевое обучение на любом курсе.

Все обязательства между заказчиком, направляющим на учебу, организацией, студентом и университетом оформляются договором. По договору предприятием обычно устанавливается минимальный обязательный срок работы выпускника на предприятии после окончания вуза.

Обучение через исследовательские проекты. Такая форма взаимодействия подразумевает привлечение студентов к научно-исследовательским проектам в совместных бизнес-инкубаторах, лабораториях или конструкторских бюро, образованных совместными усилиями вуза и предприятия. К примеру, в МГУ работает несколько совместных лабораторий с крупнейшими компаниями, такими как Microsoft, Intel [11].

Целевая подготовка студентов на территории работодателя. Целевая подготовка студентов осуществляется на территории предприятия преимущественно во второй половине дня. С этой целью в структуре ЦНИИ «Электроприбор» создан отдел подготовки кадров, а в СПбГЭТУ «ЛЭТИ» сформирована координационная группа из преподавателей кафедр. Принципиальный момент: прием зачетов и экзаменов у этих учащихся осуществляет комиссия, которая формируется приказом директора ФГУП ЦНИИ «Электроприбор» из наиболее опытных специалистов организации. При этом в оценке знаний студентов преподаватели вуза не участвуют [10].

Карьерное портфолио студента. Карьерное портфолио, представляющее собой пакет документов в бумажном или электронном варианте, отражающий все достижения студента (академические, учебные и личные). Оно может включать такие документы, как: выпускная квалификационная и курсовые работы; отчеты и отзывы о прохождении производственных практик; грамоты и благодарности, рекомендательные письма от преподавателей и кураторов.

Участие предприятий в разработке образовательных программ (ОП ВО). Участие базовых предприятий в разработке и утверждении основных образовательных программ регламентировано на законодательном уровне. ОП ВО самостоятельно разрабатывается и утверждается университетом на основе требований ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки. Наиболее значимыми документами в ОП являются учебные планы, программы учебных дисциплин и практики.

Основные проблемы взаимодействия вузов и предприятий в РФ

Несмотря на такое многообразие форм взаимодействия между вузом и предприятием, добиться идеальных взаимоотношений не удастся. Вузовская система по-прежнему дает в большей степени академическое, а не прикладное образование. С другой стороны, вузы, стремящиеся подготавливать специалистов-прикладников, не могут удовлетворить все возрастающие требования крупных компаний и научного сектора к уровню фундаментальной подготовки кадров [12]. Это лишь один из примеров коллизии интересов вузов и работодателей, но есть и другие.

Глубокий анализ системы взаимоотношений вузов и предприятий за последние десятилетия показывает, что отсутствует самое главное – системный подход к решению данной проблемы, что вынуждает вузы и предприятия искать частные пути взаимодействия, опираясь на мировой и отечественный опыт других вузов [12]. Это приводит к тому, что многие проблемы на сегодняшний день так и не решены:

- отсутствует система, регламентирующая взаимоотношения между вузом и предприятием на государственном уровне;
- низкая инициатива со стороны предприятий и вузов в развитии сотрудничества;
- отсутствие системного подхода в вопросах взаимодействия;

- нежелание предприятий финансово поддерживать подготовку кадров;
- формальное участие в разработке ОП ВО, учебных планов. Представители промышленности зачастую не желают разбираться в структуре ОП и учебных планов, ограничиваясь только их формальным утверждением;
- разная техническая оснащенность предприятий и вузов. Сейчас предприятия имеют лучшую техническую и технологическую оснащенность, что не позволяет вузам давать полноценную практико-ориентированную подготовку студентам, соответствующую требованиям работодателя;
- разные подходы в оценке качества образования. Предприятиям нужны узкопрофильные специалисты, вуз старается готовить специалистов, способных решать широкий круг задач;
- сложность привлечения специалистов предприятия к лекционным и практическим занятиям со студентами. Зачастую администрация предприятия не заинтересована в таком виде взаимодействия;
- разная законодательная база. К примеру, приказ Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636 запрещает назначение руководителями выпускных квалификационных работ сотрудников предприятия, что существенно снижает их мотивационную составляющую во взаимоотношениях с вузами. Также стоит отметить проблемы трудоустройства работодателей на должности профессорско-преподавательского состава (ППС);
- разные временные рамки решения задач. Так, например, разработка вузом наукоемкой продукции может занять несколько лет, что для производства является неприемлемым;
- отсутствие со стороны предприятия заинтересованности в прохождении курсов повышения квалификации и стажировок на своих предприятиях профессорско-преподавательского состава вузов;
- сложность в коммуникациях между вузом и предприятием. Необходима единая функциональная база данных и интерфейс, позволяющий предпринимателю оставить заявку на выполнение определенного вида работы;
- длительная процедура получения разрешений для прохождения практики на режимных предприятиях.

Модель взаимодействия ТУСУР с предприятиями на примере кафедры ФЭ

Анализ системы взаимодействия с работодателями, существующей в нашем вузе, свидетельствует о том, что ТУСУР, как инновационный университет, не только перенимает зарубежный опыт взаимодействия вузов с предприятиями и бизнес-сообществом, адаптируя его к российскому сегменту экономики, но и реализует собственные инновационные системы. К примеру, групповое проектное обучение (ГПО) и учебно-исследовательская работа, по аналогии с университетом Аальто (*Aalto University*), реализуется у нас уже более 15 лет [13]. Примерно столько же времени существует студенческий бизнес-инкубатор и офис коммерциализации разработок, которые помогают студентам коммерциализировать свои разработки. Среди собственных успешных систем, реализованных ТУСУР, стоит особо отметить: магистерскую программу «1+1», базовые кафедры, систему подготовки целевых студентов в интересах оборонно-промышленного комплекса (ОПК), профессиональный экзамен как элемент взаимодействия работодателя и выпускника, групповое проектное обучение для предприятий.

Базовые кафедры как эффективный инструмент долгосрочного взаимодействия вузов и предприятий. Опыт ТУСУР

Базовая кафедра «Радиоэлектроника сверхвысоких частот» (РСЧ) АО «НПФ «Микран»» была создана на основании решения Ученого совета университета от 16.03.2016 г. и договора от 17.05.2016 между ТУСУР и АО «НПФ «Микран»» на факультете электронной техники с 20.06.2016 г. Обязанности заведующего кафедрой РСЧ с 2016 по 2019 г. выполнял В.А. Кагадей, доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора АО «НПФ «Микран»». Финансирование деятельности базовой кафедры РСЧ полностью осуществлялось за счет АО «НПФ «Микран»». В штатный состав базовой кафедры входили доцент И.А. Чистоедова и старший преподаватель Е.С. Шандаров.

В соответствии с договором о создании базовой кафедры и Положением о базовой кафедре были выделены основные цели, задачи и направления деятельности кафедры РСЧ.

Цели создания базовой кафедры РСЧ:

- обеспечение кадрового и научно-технического превосходства базового предприятия АО «НПФ «Микран»» путем реализации новой модели подготовки кадров на базовой кафедре с использованием взаимосвязанной трехзвенной цепи лицей–университет–базовое предприятие;
- поиск, образование, воспитание и специальная целевая подготовка будущих высококонкурентоспособных специалистов базового предприятия;
- повышение качества образования путем использования в образовательной деятельности результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ базового предприятия, новых знаний и достижений науки и техники в области СВЧ радиоэлектроники;
- расширение исследовательского принципа обучения и научной составляющей образовательной деятельности, в том числе привлечение студентов к проведению научных исследований под руководством сотрудников базового предприятия;
- кадровое обеспечение научных исследований, проводимых в университете;
- выполнение НИР по тематике базового предприятия;
- целевая подготовка кадров высшей квалификации для базового предприятия.

К задачам кафедры в области образовательной, воспитательной и организационной деятельности относилось создание новой среды, обеспечивающей эффективную подготовку инновационно-активных элитных специалистов на базе исследовательского принципа обучения и индивидуальных практико-ориентированных траекторий обучения во взаимосвязанной трехзвенной цепи лицей–университет–базовое предприятие по следующим направлениям подготовки (специальностям): «Радиоэлектронные системы и комплексы», «Радиотехника», «Конструирование и технология электронных средств», «Электроника и наноэлектроника» и др.

Изначально моделью базовой кафедры РСЧ рассматривалась принцип элитного образования и инвестиций в талантливых людей, целенаправленно подготавливаемых для

работы в АО «НПФ «Микран»» через последовательно реализуемые шаги по поиску и привлечению, формированию индивидуальных траекторий развития, а также реализации этих практико-ориентированных траекторий в ТУСУР, в компании и других вузах.

Начальная стадия подготовки проводилась как с талантливыми школьниками (Томский физико-технический лицей), так и со студентами младших курсов в рамках кафедры РСЧ, ТУСУР и АО «НПФ «Микран»» по специально подготовленным для каждого учащегося индивидуальным программам.

Финальная стадия подготовки проводилась при целевом наборе бакалавров в магистратуры на выпускающих кафедрах ТУСУР и выполнении магистерских диссертаций на кафедре РСЧ и в АО «НПФ «Микран»».

С 2016 по сентябрь 2019 г. на кафедре РСЧ обучалось 22 слушателя. Набор на базовую кафедру проводился на конкурсной основе. За три года подано 74 заявления о зачислении на базовую кафедру от студентов ТУСУР 2–4 курс с ФЭТ, РТФ, факультета инноватики.

За время работы базовой кафедры с 2016 по 2019 г. был создан лекционный курс «Введение в специальности АО «НПФ «Микран»» и реализовано его продвижение среди учащихся и студентов. Курс включает следующие основные разделы: наноэлектроника: вчера, сегодня, завтра; информация: язык, коды, передача; сигналы в природе и в жизни; искусственный интеллект и робототехника.

Разработанный ознакомительный цикл лекций по научно-техническим и продуктовым направлениям деятельности АО «НПФ «Микран»», а также проведение мировоззренческих семинаров и семинаров по основам бизнеса решали задачу кафедры по воспитанию и формированию лидерских качеств согласно мировоззрению, присущему ТУСУР и базовому предприятию.

Примеры тем семинаров, реализованных на кафедре, приведены ниже: «Вселенная, жизнь и разум: научные и альтернативные мировоззрения», «Миры Аркадия и Бориса Стругацких», «Что есть бизнес и чем он отличается от работы?», «Человек и бизнес: кто – для кого? Роли руководителей по Ишкаху Адизесу» и т. д.

В рамках образовательной деятельности для студентов базовой кафедры были организованы и проведены занятия по английскому языку и СВЧ электронике.

Одним из примеров решения задачи кафедры в области научно-исследовательской и проектной деятельности является создание условий для обучающихся, обеспечивающих выполнение научных исследований и разработок по приоритетным направлениям радиоэлектроники, коммерциализации и созданию нового продукта.

Разработка технического задания, документации, технологии изготовления продукта и само его изготовление, испытания и предъявление его потенциальному клиенту как продукта – все эти стадии были реализованы студентами базовой кафедры в рамках выполнения проектных заданий «Ламповый МРЗ проигрыватель», «Пульт голосового управления с устройствами Умного дома», «Модель автономного автомобиля» и др.

Для создания системы базового и целевого элитного образования, а также воспитания лидерских качеств во время обучения студентов на кафедре РСЧ была разработана методика, включающая в себя определение индивидуальных траекторий обучения и развития личности студентов, сопровождение студентов во время их движения по выбранной траектории, раннее вовлечение студентов в деятельность АО «НПФ «Микран»» (ТФТЛ, практики, НИР, ВКР), трудоустройство. Формирование индивидуальных траекторий студентов базовой кафедры РСЧ проводилось с точки зрения образования, практических навыков и воспитания личностных качеств. Необходимо отметить, что формирование и реализация индивидуальной траектории производились самим слушателем при помощи и поддержке преподавательского состава кафедры. Каждая траектория является гибкой и при необходимости подлежит модернизации.

Для каждого слушателя был составлен текущий портрет, проведен его анализ, перспективный портрет, выделены цели и задачи, разработана индивидуальная траектория, а также система мониторинга и коррекции.

Проект «Куратор», реализуемый базовой кафедрой РСЧ, предусматривал формирование проектных групп на базе ОГБОУ «ТФТЛ», закрепление студента базовой кафедры РСЧ как руководителя проектной группы (реализация модели персонального наставничества), формирование задания для коллектива каждой группы и выполнение проекта с представлением результатов работы на конференции, участие в соревнованиях по робо-

тотехнике, участие в выставке школьных проектов.

За время работы базовой кафедры РСЧ с 2016 по 2019 гг. слушатели имели возможность пройти производственные практики на базе АО «НПК «Микран»» с трудоустройством и продолжить работу на предприятии в рамках выполнения НИР и ВКР. Ряд выпускников базовой кафедры РСЧ в 2021 г. представили к защите магистерские диссертации, выполненные в рамках тематики базового предприятия.

Магистерская программа «1+1»

Магистерская программа «1+1» реализуется в ТУСУР с 2020 г., первый выпуск магистров по данной технологии будет в 2022 г. Суть программы заключается в том, что учебный план магистров построен таким образом, что все теоретическое обучение сконцентрировано в первом году обучения, а производственные практики перенесены на второй год обучения. Это позволяет значительно повысить мотивацию предприятий и бизнес-сообщества к привлечению уже дипломированных специалистов к прохождению производственной практики на предприятии. За год предприятие сможет в комплексе оценить компетенции магистранта и вовлечь его в производственный и исследовательский процесс. Таким образом, процесс адаптации выпускников вузов к производственной среде, который по оценкам представителей промышленности в среднем занимает 1–2 года, происходит еще на этапе прохождения практики, что в значительной степени экономит расходы предприятий, меняя сложившиеся годами стереотипы.

Для магистрантов этот год также является полезным, поскольку дает возможность более детально познакомиться с производством и в полной мере проявить свои компетенции при решении научно-технических и производственных задач. Также столь длительное взаимодействие магистрантов с предприятием стимулирует работодателя к оформлению трудовых отношений со студентами и вовлечение их в трудовой процесс.

Такая система взаимоотношений между вузом и промышленным предприятием дает ряд выгодных преимуществ всем заинтересованным лицам: представителю промышленности, студенту, преподавателю и вузу в целом. Промышленность имеет время и возможность не только решить важную научно-производ-

ственную задачу, но и системно оценить набор компетенций будущего работника, постепенно вовлекая его в производственный процесс. При этом гарантией качества проработки проблемы является координация и проверка работы преподавателем вуза. Такое сотрудничество бизнеса с университетом предоставляет ему доступ к новым научным знаниям и международному академическому опыту ученых-исследователей, а также дает возможность привлекать к решению своих внутрифирменных задач высококвалифицированных специалистов. При этом студент, вовлеченный в трудовой процесс посредством трудоустройства, начинает полноценно участвовать в своем карьерном росте.

Положительные отзывы о программе уже получены от АО «НПФ «Микран»» г. Томск, АО «НИИПП», г. Томск, УПКБ «Деталь», г. Каменск-Уральский и др.

Целевая подготовка кадров для оборонно-промышленного комплекса

Целевая подготовка студентов – важная составляющая российского образования, так как она не только обеспечивает повышение качества обучения, но и изменяет подход к подготовке практико-ориентированных специалистов. Практико-ориентированность является ключевым вектором развития системы образования в университете. В связи с этим особое значение приобретает взаимодействие работодателя и вуза. Одним из инструментов реализации данного взаимодействия является целевой прием, однако на этапе поступления абитуриенту сложно определиться с выбором предприятия по ряду причин: отсутствие профессиональных знаний; ограниченный перечень предприятий, с которыми можно заключить договор о целевом обучении. Другой инструмент – заключение договора о целевом обучении со студентом во время обучения. В ТУСУР был реализован проект по развитию системы подготовки кадров для ОПК в образовательных организациях высшего образования, подведомственных Министерству науки и высшего образования.

Основная цель проекта – повышение качества подготовки инженерно-технических кадров для оборонных предприятий России, развитие которых относится к числу стратегических приоритетов государства.

Основные задачи проекта:

- повышение эффективности реализации Государственного плана подготовки научных работников и специалистов для организаций ОПК;
- повышение качества подготовки кадров с высшим образованием за счет реализации практико-ориентированных образовательных программ, в частности, совершенствование их содержания и технологий, направленных на целевое обучение студентов в интересах организаций ОПК;
- расширение практики участия работодателей в разработке и реализации образовательных программ, формировании совместных с предприятиями ОПК образовательной инфраструктуры и совместных проектных команд для решения актуальных для организаций ОПК научно-производственных задач;
- освоение студентами целевого обучения необходимого набора компетенций (ФГОС ВО), востребованных организациями-партнерами ОПК;
- обязательное трудоустройство студентов целевого обучения на предприятии ОПК по направлению подготовки после окончания обучения.

Кафедра физической электроники активно принимала участие в реализации данного проекта с 2016 по 2020 гг. За этот период было заключено 44 трехсторонних договора между предприятием-заказчиком, образовательной организацией и студентом. В качестве предприятий-заказчиков выступали: АО «НПФ «Микран»», г. Томск; АО «НИИПП», г. Томск; АО «НПП «Восток», г. Новосибирск; АО «ПКК Миландр», г. Зеленоград. Данные предприятия являются ведущими в стране по изготовлению электронной компонентной базы. За время участия в данном проекте были реализованы следующие программы: «Подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки изделий микро- и нанoeлектроники» (квалификация – магистр) АО «НПП «Восток»; «Подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки изделий СВЧ-микро- и нанoeлектроники» (квалификации – магистр и преподаватель/преподаватель-исследователь) АО «НПФ «Микран»»; «Подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки интегральных микросхем» (квалификация – магистр) АО «ПКК Миландр».

Наибольшим спросом у предприятий-заказчиков пользуется студентами бакалавриата 3 и 4 курсов и магистратуры 1 курса. В ходе выполнения данного проекта предприятия-партнеры активно принимали участие в реализации различных мероприятий. Участвовали в профориентационных мероприятиях, которые проводились совместно с университетом (Дни карьеры), организовывали экскурсии студентам (День открытых турникетов), сотрудники кафедры физической электроники посетили экскурсию по предприятию АО «НПП «Восток» и т. д. Важным аспектом реализации данного проекта является: прохождение производственной практики (ПП) на предприятии, выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР) при непосредственном консультировании сотрудниками предприятий, трудоустройство студентов после завершения проекта. Производственную практику на предприятиях прошли 42 студента из 44, заключивших договор о целевом обучении, что составило 95,5 %; выпускные квалификационные работы при участии предприятия выполнили 32 студента, что составило 72,7 %; по завершению обучения трудоустроились на предприятия 30 студентов, что составило 68,2 %. Стоит отметить высокие значения показателей по всем трем составляющим взаимодействия.

Участие в данном проекте позволило подготовить практико-ориентированных студентов, большинство из которых в настоящее время работают на предприятиях электронной промышленности. При участии студентов в данном проекте хочется отметить их высокую успеваемость по результатам обучения: средний балл по успеваемости у 20 студентов варьировался от 4,0 до 4,5 (45,5 %), а у 19 – от 4,5 до 5,0 (43,2 %).

Профессиональный экзамен как элемент взаимодействия работодателя и выпускника

Профессиональный экзамен (ПЭ) – итоговая форма оценки индикаторов достижений, основанный на использовании оценочных средств, адаптированных для выпускников (студентов выпускных курсов) вузов, обучающихся по направлениям (специальностям), связанным с nanoиндустрией.

Целью проведения ПЭ является более активное вовлечение в национальную систему квалификаций студентов вузов, что может

быть достигнуто путем обеспечения возможности прохождения студентами полноценной процедуры или элементов профессионального экзамена в процессе обучения или в ходе государственной итоговой аттестации.

Проведение ПЭ, в том числе путем сопряжения процедур независимой оценки квалификации и государственной итоговой аттестации, предоставит следующие возможности для заинтересованных участников этого процесса:

- для вузов: возможность «обратной связи» от работодателей, независимая оценка качества подготовки по реализуемым образовательным программам и далее прохождение профессионально-общественной аккредитации, рост конкурентоспособности на рынке образовательных услуг, возможность получения внебюджетных доходов за счет деятельности экзаменационного центра;
- для предприятий: возможность отбора наиболее подготовленных выпускников, экономия на затратах, связанных с оценкой квалификации кандидатов, сокращение временных и финансовых ресурсов, направляемых на доучивание и первичную адаптацию персонала;
- для студентов: возможность выхода на рынок труда с признаваемыми работодателями свидетельствами о профессиональной квалификации, улучшение условий для трудоустройства, снижение порога успешной профессиональной адаптации, в случае отрицательного результата – определение дальнейшей образовательной траектории.

Кафедра физической электроники принимала участие в программе «Развитие системы оценки профессиональных квалификаций в nanoиндустрии на период 2019–2021 годов». В 2019 г ПЭ проводился для студентов групп 315 и 325 направлений подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» (профиль – Микроэлектроника и твердотельная электроника) и 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (профиль – Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике), в общей сложности в ПЭ приняли участие 26 человек [14].

ПЭ проводился в два этапа: теоретический (ТЭ) и практический (ПЭ). На первом этапе студентам выдавались тестовые задания для проверки необходимых знаний и необходимых умений в соответствии с требованиями

профессиональных стандартов, а на втором этапе – оценка способности выполнения трудовых действий на соответствие ПС.

Результаты практического этапа (50 %) говорят о недостаточном уровне практического опыта работы. Для устранения данного недостатка с 2019 г. был увеличен объем производственных практик. Для сравнения производственная практика – преддипломная до 2019 г. – длилась 4 недели, в планах с 2019 г. – 14 недель, таким образом студенты смогут получить большой опыт практический подготовки за период прохождения практики и успешно справится с практическим этапом ПЭ.

Заключение

В ходе проведения аналитического обзора по указанной проблематике были получены результаты, позволяющие оценивать как положительные, так и отрицательные стороны подготовки выпускников, а также выявлять проблемы взаимодействия ТУСУР с предприятиями, на примере работы кафедры ФЭ, и внести предложения о совершенствовании модели взаимодействия вуз–предприятие.

В представленном отчете дан анализ зарубежного опыта взаимодействия вузов с предприятиями, оценено состояние этого вопроса в России и в ТУСУР. Дано описание выполненных исследований по проблеме взаимодействия. Предложена модель взаимодействия кафедр ТУСУР с предприятиями реального сектора экономики, реализуемая на кафедре ФЭ.

Модель включает уже хорошо известные методы и формы взаимодействия и дополнена новыми элементами, которые, на наш взгляд, могут дать новый импульс развитию отношений в рамках взаимодействия вуз–предприятие. К числу новых инновационных подходов мы относим:

- 1) организацию работы базовых кафедр, дающих *реальные результаты*, в том числе по формату «школа–вуз–предприятие»;
- 2) развитие модели реализации магистерских программ подготовки в формате «1+1»;
- 3) проведение профессионального экзамена для выпускников бакалавриата и магистратуры;
- 4) реализацию ГПО для предприятий реального сектора экономики *с участием и по заданиям предприятий*;
- 5) целевое обучение под *решение проблем* производственной деятельности по *заказу предприятий*.

Подводя итог, можно сказать, что существующая дипольная система взаимодействия, когда каждый вуз взаимодействует с одним предприятием, уже устарела. На смену ей должна прийти модель сетевого взаимодействия, подразумевающая наличие межведомственной региональной среды, где с одной стороны – вузы, техникумы и колледжи, с другой стороны – предприятия, образующие производственный экономический кластер. При этом система взаимодействия должна строиться на основе глобальной цифровизации взаимодействия между вузами и предприятиями.

Говоря о производственно-экономических кластерах, нужно отметить, что любой конкурентоспособный кластер, образованный высокотехнологичными предприятиями и проектными организациями, не может развиваться без качественного кадрового обеспечения и без научной поддержки, поэтому образование и наука, подпитывающие производство, – это основа для инновационных кластеров.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках соглашения № 075-03-2020-237/1 от 05 марта 2020 г. (внутренний номер проекта FEWM-2020-0040).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сагинова О.В., Максимова С.М. Опыт взаимодействия вузов и предпринимательских структур // Российское предпринимательство – 2017. – Т. 18. – № 3. – С. 377–387. DOI: 10.18334/rp.18.3.37304
2. Aalto University. URL: <https://www.aalto.fi/en/school-of-business> (дата обращения 12.06.2022).
3. Aalto University Innovation Services // Aalto University. URL: <https://www.aalto.fi/en/advancing-entrepreneurship-and-innovations/aalto-university-innovation-services#0-for-researchers-and-research-groups---for-partners-and-investors> (дата обращения 12.06.2022)
4. Uppsala University. URL: <https://www.uu.se/en/collaboration/> (дата обращения 12.06.2022).
5. Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. Research. URL: <https://www.htw-berlin.de/en/research/> (дата обращения 12.06.2022).

6. Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. International. URL: <https://www.htw-berlin.de/en/international/> (дата обращения 12.06.2022).
7. Сагинова О.В., Ковалева Е.Н. Рейтинги, имидж вуза и цели высшего образования // Экономика образования. – 2015. – № 1. – С. 12–23.
8. Тюрина Е.А., Гаффорова Е.Б. Инновационное развитие Китая: проблемы и пути решения // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2014. – № 3. – С. 140–149.
9. Канева М.А. Государственно-частное партнерство в инновационной деятельности вузов Китая // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: социально-экономические науки. – 2014. – Т. 14. – № 1. – С. 69–80.
10. Предпосылки и перспективы оптимизации взаимодействия вузов и бизнес-структур в современной России / А.И. Гришин, М.С. Мельников, И.А. Строганов, Е.А. Мантейфель // Актуальные вопросы современной науки. – 2015. – № 40. – С. 66–70.
11. Опыт стратегического партнерства «ВУЗ–Промышленные предприятия» для совершенствования подготовки инженерных кадров / В.М. Кутузов, М.Ю. Шестопалов, Д.В. Пузанков, С.О. Шапошников // Инженерное образование. – 2011. – № 8. – С. 4–11.
12. Кельчевская Н.Р., Срогович М.И. Разработка механизма взаимосвязи вуза и предприятия – объективная необходимость XXI века. – Екатеринбург: ГОУ УГТУ–УПИ, 2002. – 112 с.
13. Битнер Л.Р., Жидик Ю.С., Троян П.Е. Организация учебно-исследовательской работы в семестре для студентов, не участвующих в групповом проектном обучении // Материалы междунар. науч.-метод. конф. – Томск, 27–28 января 2022. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиотехники, 2022. – Ч. 1. – С. 365–368.
14. Независимая оценка качества образования через систему центров оценки квалификации / В.В. Каранский, О.А. Крюкова, П.Е. Троян, Е.В. Саврук // Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: материалы международной научно-методической конференции. – Томск, 30–31 января 2020. – Томск: Изд-во Томск. Гос. ун-та систем упр. и радиотехники, 2020. – С. 142–144.

Дата поступления: 25.08.2022 г.

Дата принятия: 28.11.2022 г.

UDC 378.1

DOI 10.54835/18102883_2022_32_8

PARTNERSHIP OF ENGINEERING UNIVERSITIES AND ENTERPRISES. THE EXPERIENCE OF TUSUR

Pavel E. Troyan,

Dr. Sc., professor, Head of the Department of Physical Electronics, leading researcher,
tpe@tusur.ru

Yuriy V. Sakharov,

Dr. Sc., associate professor, professor, leading researcher,
iurii.v.sakharov@tusur.ru

Yuri S. Zhidik,

Cand. Sc., leading researcher, associate professor,
iurii.s.zhidik@tusur.ru

Inna A. Chistoedova,

Cand. Sc., associate professor,
inna.a.chistoedova@tusur.ru

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
40, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russia.

The current stage of development of the Russian economy requires the integration of science, education and innovation. Such integration is the most important factor in the development of the economy and society. At the same time, the higher school is obliged to ensure the successful performance of its functions: the training of highly qualified personnel for the real sector of the economy and the initiation of the introduction of innovative developments of university scientists at enterprises of various sectors of the economy. Technological re-equipment of electronic profile enterprises, the widespread use of digital technologies in production and the task of creating its own electronic component base require an influx into the electronic industry of highly qualified specialists with a wide range of competencies. The requirements of professional standards and their consideration in the educational programs of universities should contribute to solving the tasks set. However, despite the recognition of the need for close cooperation between universities and enterprises, the existing level of interaction cannot be considered sufficient. Therefore, understanding the current and identifying the most successful experience, as well as the searching for new forms of cooperation and ways to solve current problems are the most important urgent tasks of forming human resources in the Russian Federation. The paper presents an overview of the mechanisms and directions of interaction between universities and enterprises in both world and domestic practice. Based on the methods of empirical analysis, the main problems of interaction between the Department of Physical Electronics of TUSUR and electronic profile enterprises are identified. A model of university–enterprise interaction is proposed, implemented by the Department of Physical Electronics of TUSUR. The model includes traditionally used approaches and a number of innovative forms that should give a new impetus to the development of cooperation between TUSUR and electronic profile enterprises.

Key words: university, enterprise, interaction mechanisms, interaction problems and ways to solve them, basic departments, professional exam, master's program, practice-oriented approach.

The research was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of the RF within the agreement no. 075-03-2020-237/1, 05 March 2020. (inner number of the project FEWM-2020-0040).

REFERENCES

1. Saginova O.V., Maksimova S.M. Experience of collaboration between universities and business organizations. *Russian Journal of Entrepreneurship*, 2017, vol. 18, no. 3, pp. 377–387. In Rus. DOI: 10.18334/rj.18.3.37304
2. *Aalto University*. Available at: <https://www.aalto.fi/en/school-of-business> (accessed 12 June 2022).

3. Aalto University Innovation Services. *Aalto University*. Available at: <https://www.aalto.fi/en/advancing-entrepreneurship-and-innovations/aalto-university-innovation-services#0-for-researchers-and-research-groups--for-partners-and-investors> (accessed 12 June 2022).
4. *Uppsala University*. Available at: <https://www.uu.se/en/collaboration/> (accessed 12 June 2022).
5. *Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. Research* [Berlin University of Applied Sciences. Research]. Available at: <https://www.htw-berlin.de/en/research/> (accessed 12 June 2022).
6. Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin. International [Berlin University of Applied Sciences. International]. Available at: <https://www.htw-berlin.de/en/international/> (accessed 12 June 2022).
7. Saginova O.V., Kovaleva E.N. University rankings, image and higher education goals. *Economics of education*, 2015, no. 1, pp. 12–23. In Rus.
8. Tyurina E.A., Gafforova E.B. Innovative development of China: problems and solutions. *Management and business administration*, 2014, no. 3, pp. 140–149. In Rus.
9. Kaneva M.A. Public private partnership in the innovation activity of the universities in China. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: sotsialno-ekonomicheskiye nauki*, 2014, vol. 14, no. 1, pp. 69–80. In Rus.
10. Grishin A.I., Melnikov M.S., Stroganov I.A., Manteuffel E.A. Predposylki i perspektivy optimizatsii vzaimodeystviya vuzov i biznes-struktur v sovremennoy Rossii [Prerequisites and prospects for optimizing the interaction of universities and business structures in modern Russia]. *Aktualnye voprosy sovremennoy nauki*, 2015, no. 40, pp. 66–70.
11. Kutuzov V.M., Shestopalov M.Yu., Puzankov D.V., Shaposhnikov S.O. Experience of strategic partnership «University–Enterprise» for development of engineering staff training. *Engineering education*, 2011, no. 8, pp. 4–11. In Rus.
12. Kelchevskaya N.R., Srogovich M.I. *Development of a mechanism for the relationship between a university and an enterprise is an objective necessity of the 21st century* [Razrabotka mekhanizma vzaimosvyazi vuza i predpriyatiya – obyektivnaya neobkhodimost XXI veka]. Yekaterinburg, GOU USTU-UPI Publ., 2002. 112 p.
13. Bitner L.R., Zhidik Yu.S., Troyan P.E. Organizatsiya uchebno-issledovatel'skoy raboty v semestre dlya studentov, ne uchastvuyushchikh v gruppovom proyektnom obuchenii [Organization of educational and research work in the semester for students not participating in group project-based learning]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [Proceedings of the International Scientific Methodological Conference]. Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics Publ. House, 2022. P. 1, pp. 365–368.
14. Karansky V.V., Kryukova O.A., Troyan P.E., Savruk E.V. Nezavisimaya otsenka kachestva obrazovaniya cherez sistemu tsentrov otsenki kvalifikatsii [Independent assessment of the quality of education through the system of qualification assessment centers]. *Sovremennye tendentsii razvitiya nepreryvno-go obrazovaniya: vyzovy tsifrovoy ekonomiki. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [Modern trends in the development of lifelong education: challenges digital economy. Materials of the International Scientific and Methodological Conference]. Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics Publ. House, 2020. pp. 142–144.

Received: 25 August 2022.

Reviewed: 28 November 2022.