

УДК 37.013.32:378
DOI 10.17513/snt.39895

ВЫСОКОВОСТРЕБОВАННЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ И МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛЕЙ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Жилин А.С., Коваленко С.В., Ребрин О.И., Шолина И.И., Печурин М.С.

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Екатеринбург, e-mail: a.s.zhilin@urfu.ru

Проведено исследование по определению перечня высоковостребованных компетенций в металлургической и машиностроительной отраслях Уральского федерального округа. В статье дано подробное описание методики проведения исследования, включавшей как проведение опросов сотрудников предприятий металлургического и машиностроительного секторов, так и интервьюирование экспертов по специально разработанной схеме построения вопросов. Выявлен перечень высоковостребованных компетенций, а также показано, что существующие подходы классического инженерного образования нуждаются в перенастройке под активно модернизирующиеся и новые технологии производства, требующие не просто владения фундаментальной предметной базой, но и наличия коммуникативных навыков проектной работы в командах и цифровой среде. Особый акцент поставлен на междисциплинарных знаниях, во многом определяющих возможности личностного роста в мультивариативной среде инженерных решений. Дана оценка роли классического инженерного образования и предложены два подхода к повышению уровня компетенций сотрудников предприятий металлургической и машиностроительной отраслей Уральского федерального округа: первый – за счет точечной разработки программ дополнительного профессионального образования в узких вопросах инженерных решений, второй – за счет перепроектирования традиционных образовательных программ бакалавриата и магистратуры, уже содержащих проектные практикумы, нуждающиеся в реорганизации института практики студентов, а также внедрения дисциплин, развивающих цифровые компетенции будущих инженеров.

Ключевые слова: инженерное образование, высшее образование, компетенция, востребованность, повышение квалификации, металлургия, машиностроение

HIGHLY DEMANDED COMPETENCIES AND ENGINEERING EDUCATION FOR EMPLOYEES OF METALLURGICAL AND MACHINE-BUILDING FIELDS OF THE URAL FEDERAL DISTRICT

Zhilin A.S., Kovalenko S.V., Rebrin O.I., Sholina I.I., Pechurin M.S.

Ural Federal University named after the first Russian President B.N. Yeltsin, Yekaterinburg,
e-mail: a.s.zhilin@urfu.ru

A study was conducted to determine the list of highly demanded competencies in the metallurgical and machine-building industries of the Ural Federal District. The article provides a detailed description of the research methodology, which included both conducting surveys of employees of enterprises in the metallurgical and machine-building sectors, and interviewing experts according to a specially developed scheme for constructing questions. The list of highly demanded competencies is revealed, and it is also shown that the existing approaches of classical engineering education need to be reconfigured to actively modernize and new production technologies that require not only possession of a fundamental subject base, but also communication skills of project work in teams and the digital environment. Special emphasis is placed on interdisciplinary knowledge, which largely determines the possibilities of personal growth in a multivariate environment of engineering solutions. The role of classical engineering education is assessed and two approaches are proposed to improve the level of competence of employees of enterprises in the metallurgical and machine-building industries of the Ural Federal District: the first is through the targeted development of additional professional education programs in narrow issues of engineering solutions, the second – by redesigning traditional bachelor's and master's degree programs that already contain design workshops that need to reorganize the institute of student practice, as well as introducing disciplines that develop the digital competencies of future engineers.

Keywords: engineering education, higher education, competence, relevance, advanced training, metallurgy, mechanical engineering

Уральский федеральный округ насчитывает более 1000 предприятий металлургического и машиностроительного секторов [1], среди которых есть как малые и средние производственные и обрабатывающие предприятия, так и крупные отраслеобразующие компании. Стратегия формирования

технологического суверенитета Российской Федерации включает главным образом независимость сырьевой базы [2], но также и использование отечественного оборудования и технологий [3]. Такой переход ставит задачи разработки не только новых технологий подготовки и обработки сырья,

но и разработки промышленного оборудования и систем управления этим оборудованием, что, в конечном итоге, требует новых специалистов, обладающих соответствующими навыками. Однако рынок труда испытывает серьезный дефицит кадров по инженерным специальностям [4, 5], поэтому повышение квалификации уже работающих сотрудников может быть выходом в сложившейся ситуации кадрового голода.

Центр развития компетенций руководителей Уральского межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня «Передовые производственные технологии и материалы» на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» занимается внедрением практико-ориентированных образовательных программ, нацеленных на повышение квалификации сотрудников промышленных предприятий. Поиск образовательных решений на сегодняшний день является актуальной задачей для предприятий металлургического и машиностроительного комплекса, испытывающих потребность в квалифицированных кадрах [6]. С ростом производства и расширением штата сотрудников данная потребность ожидаемо будет возрастать.

Существующие подходы к взаимодействию с университетами у промышленных предприятий, как правило, ограничиваются практикой студентов на предприятии с последующим трудоустройством, в этом случае специалист уже понимает специфику работы предприятия и круг задач, в которые он вовлечен [7]. Однако, принимая сотрудников с открытого рынка труда, предприятия неминуемо сталкиваются с проблемой дообучения на рабочем месте, а также переквалификации сотрудника, принимаемого на открытую вакансию, поскольку сразу начать работу и решать круг поставленных задач не представляется возможным. На каждом промышленном предприятии используются уникальное оборудование, на котором необходимо научиться работать, своя система документооборота и отчетности, на освоение которых также требуется время. Принимая сотрудника с открытого рынка труда, любое промышленное предприятие терпит определенные издержки, поскольку в большинстве случаев назначается наставник из числа работающих сотрудников, дополнительная работа которого требует временных и материальных затрат.

Целью исследования является определение перечня высококвалифицированных компетенций в металлургической и машиностроительной областях и связи с существующими

подходами к их формированию в классическом инженерном образовании как на уровне бакалавриата и магистратуры инженерных технических специальностей, так и для уже имеющих квалификацию сотрудников. Задачами исследования являлись:

- разработка и проведение схемы интервьюирования экспертов в металлургической и машиностроительной областях;
- разработка и проведение опросов сотрудников металлургических и машиностроительных предприятий;
- сопоставление уровня требований к квалификации со стороны предприятия и уровня навыков, приобретаемых в результате освоения основных инженерных технических дисциплин в университете;
- разработка предложений для предотвращения кадрового дефицита на промышленных предприятиях металлургического и машиностроительного секторов экономики.

Материалы и методы исследования

Для участия в исследовании отобраны предприятия – индустриальные партнеры Уральского межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня «Передовые производственные технологии и материалы». Всего в научно-образовательный центр входят 57 промышленных предприятий, сферами деятельности которых являются тяжелое и точное машиностроение, металлургия, приборостроение. В исследовании принимали участие команды, реализующие научно-технологические проекты в сотрудничестве с индустриальными партнерами. Перечень предприятий, участвовавших в исследовании:

- «Научно-производственное объединение автоматики имени академика Н.А. Семихатова» – одно из крупнейших российских предприятий в области разработки и изготовления систем управления и радиоэлектронной аппаратуры в различных отраслях промышленности;
- АО «Научно-производственное объединение «Курганприбор» – промышленное предприятие на региональном и российском рынках;
- ЗАО «Научно-производственное предприятие «Машпром»» – инжиниринговая компания, реализующая проекты в области проектирования и изготовления нестандартного оборудования для предприятий металлургии, машиностроения, энергетики, химической промышленности и промышленной экологии;
- ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Критериями отбора предприятий определены следующие факторы:

- 1) предприятие является производителем изделий технического назначения;
- 2) численность сотрудников предприятия не менее 150 человек;
- 3) в структуре предприятия присутствуют не менее 5 технологических отделов;
- 4) в структуре предприятия присутствует отдел разработки новой техники.

Результаты исследования и их обсуждение

Выбор должностей или проектных ролей предприятия для исследования обусловлен необходимостью сбора массива данных по всем срезам компетенций *hard-skills*, *soft-skills* и *manager-skills* как инженеров, разработчиков, так и руководителей среднего и высшего звена.

Особый акцент делался на компетенциях, значимых для профессиональной деятельности. Приоритет для экспертных интервью отдавался кандидатурам с высшим образованием, занимающим руководящие позиции, поскольку это гарантирует вовлеченность сотрудника в реальные инженерные задачи и круг вопросов, которые сотрудник решает на рабочем месте. Перечень профессий/должностей для исследования был выбран согласно классификатору должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждениях и организациях (утвержден постановлением Минтруда России от 21.08.1998 № 37).

На основании полученных данных составлен перечень высоковольтных компетенций (табл. 1) в металлургической отрасли. По результатам анализа анкет респондентов определено, что наблюдается качественный переход в сторону цифровых технологий, при этом под цифровыми технологиями подразумевается

не только умение работать в цифровой среде, но и владение программным обеспечением применительно к области деятельности. Например, в основе металлургии лежит задача производства изделия, обладающего заданными свойствами (например, прочностью, коррозионной стойкостью и обрабатываемостью). Если необходимо изменить форму изделия, массу или увеличить выпуск продукции, то технология производства будет корректироваться, поскольку изменение любых производственных параметров приводит к изменению комплекса свойств в конечных изделиях, отсюда следует, что до выплавки и производства новых опытных изделий металлург рассчитывает фазовый состав, определяет структуру материала и оценивает свойства в конечном опытно-изделии. Ранее производство решало эту задачу путем остановки текущего выпуска продукции, перенастройки оборудования и выпуска разных серий экспериментальных изделий, следующим шагом шел анализ свойств полученных опытных заготовок. В настоящее время, обладая навыками работы с определенным узконаправленным программным обеспечением, можно не останавливать выпуск текущей продукции и не изготавливать серии разных опытных изделий, а произвести расчеты и сделать оценку параметров и свойств изделий до непосредственной работы на производственной линии. В любом случае отпадает необходимость в изготовлении больших серий опытных изделий, а становятся возможными изготовление мелкой серии и проведение апробации не ста опытных заготовок, а, к примеру, десяти, и выбор из десяти по конечным параметрам свойств сделать существенно проще, чем анализировать сто опытных партий. Это существенно экономит средства предприятия и позволяет не останавливать текущее производство.

Таблица 1

Перечень высоковольтных компетенций в металлургической отрасли

Название компетенции	Процент респондентов, отметивших высокую востребованность	Процент экспертов, отметивших высокую востребованность
– умение анализировать фазовые превращения в материалах с использованием Thermocalc	100	100
– моделирование процессов обработки металлов давлением с использованием Deform–3D, FORGE, ANSYS	85	100
– 3D-моделирование оснастки для процессов литья	100	100
– применение аддитивных технологий в литье	100	100
– анализ ресурсной/материальной базы	100	100
– оптимизация процесса производства или разработки	85	95

Таблица 2

Перечень высоковостребованных компетенций в отрасли машиностроения

Название компетенции	Процент респондентов, отметивших высокую востребованность	Процент экспертов, отметивших высокую востребованность
– математическое моделирование и математический анализ	85	80
– физическое моделирование процессов	95	90
–CAD и 3D-моделирование	100	100
– программирование контроллеров / устройств / промышленного оборудования	100	100
– программирование собственных интерфейсов и IT-сервисов	100	100
– умение создавать базы данных для построения нейросетей и работа с нейросетевым моделированием	95	80
– анализ ресурсной/материальной базы	100	100
– оптимизация процесса производства или разработки	90	95

В таблице 2 приведен перечень высоковостребованных компетенций для отрасли машиностроения. Выделены группы компетенций, имеющих наибольшую значимость в работе с промышленным оборудованием и интерфейсами. Машиностроение, как правило, имеет конечную цель производства готовой продукции, в связи с этим существенное влияние имеют знания технологий обработки материалов и оборудования, посредством которого данная обработка производится. В настоящее время к профессиональным компетенциям специалиста в предметных областях добавляется потребность в компетенции работы и владения цифровой средой. Именно в цифровой среде наиболее эффективно решаются новые задачи конструирования конечного изделия с учетом согласованности используемых материалов по комплексу механических и физико-химических свойств. Это, в свою очередь, в ряде случаев предполагает разработку нового программного обеспечения, что требует владения языками программирования в приложении к техническим процессам сопротивления материалов.

После выделения перечня высоковостребованных компетенций возник вопрос связи существующих стандартов подготовки выпускников и требований со стороны потенциальных работодателей – промышленных предприятий. Безусловно, высоковостребованные компетенции возникли в результате активной цифровизации производства и появления новых задач в области создания собственного уникального оборудования и программ, обеспе-

чивающих работу этого оборудования. Построение программ бакалавриата и магистратуры постоянно совершенствуется, модульность структуры и оперативное реагирование на технологические изменения уже стали нормой современной подготовки инженеров. Следует понимать, что учесть особенности производственных процессов конкретных промышленных предприятий невозможно, поскольку на каждом предприятии они свои, поэтому необходимо разработать такую систему взаимодействия промышленных предприятий и университетов, которая сможет нивелировать разрыв между требуемыми навыками на рабочем месте и навыками, получаемыми по окончании университета. Выпускники не всегда готовы работать по специальности, это также является определенным вызовом. Часто причиной этого как раз и служит данный разрыв, поскольку многие не хотят начинать обучение на рабочем месте и погружаться в специфику работы предприятия. В связи с этим важно сформировать такую систему связи образования и производства, которая позволяет видеть перспективы карьерного роста выпускника, что минимизирует риски ухода специалиста в другую область.

Одним из предлагаемых решений является разработка программ повышения квалификации, являющихся краткосрочными программами обучения, как правило, от 18 до 72 часов. Разработка такой программы под запрос предприятия промышленного сектора экономики представляется нетривиальной задачей, включающей поиск не только преподавателей, имеющих опыт

работы с задачами предприятий, но и технических специалистов, поскольку запросы со стороны промышленных предприятий по тематикам обучения в большинстве случаев граничат с научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими задачами. Целью узконаправленного обучения является повышение уровня компетенций сотрудника предприятия для решения задачи или задач производства, которые он не в состоянии выполнить. Разработка и апробация таких программ повышения квалификации являются ювелирной работой по совершенствованию и повышению уровня профессиональных компетенций уже работающих сотрудников на предприятиях металлургической и машиностроительной отрасли. Однако вопрос кадрового дефицита невозможно полностью решить за счет краткосрочных программ повышения квалификации. Нужен постоянный приток специалистов – выпускников вузов, уже обладающих требуемым высоким уровнем профессиональных компетенций. Для того чтобы решить эту задачу, необходимо пересмотреть институт практики студентов, например произвести перенос практики студентов полностью на промышленные предприятия с выделением практики в образовательный модуль программы бакалавриата и магистратуры. Такая реорганизация даст подготовленных специалистов, уже имеющих представление о рабочем месте и круге задач, а также позволит углубить взаимосвязь университета и предприятия. Современные выпускники в большинстве своем не старше 25 лет, как правило, хорошо и быстро осваивают цифровизацию, но испытывают трудности в применении предметных знаний к реальным техническим задачам. Эта проблема решается только получением еще во время учебы опыта практической работы на предприятии. При приобретении опыта совершенствуются профессиональные технические компетенции, что вместе с владением новыми цифровыми технологиями дает возможность создавать свои уникальные решения в производстве оборудования, комплектующих, а также разработке программного обеспечения и систем управления технологическими процессами.

Заключение

В результате исследования определен перечень высоковольтных компетен-

ций сотрудников металлургической и машиностроительной отраслей промышленности Уральского федерального округа. Предложены две схемы повышения уровня квалификации сотрудников предприятий, основанные на изменении подходов к классическим вариантам получения инженерного образования. В первой схеме предлагается разработка программ повышения квалификации по узконаправленным вопросам инженерной деятельности для развития профессиональных компетенций сотрудников, за счет чего станет возможным расширить круг решаемых сотрудниками предприятий технических вопросов. Во второй схеме предлагаются реорганизация института практики студентов и перенастройка проектных практик с акцентом на усиление междисциплинарных образовательных модулей программ бакалавриата и магистратуры инженерных технических специальностей. В результате реализации второго подхода станет возможно существенно уменьшить разницу между требуемым уровнем компетенций инженера промышленного предприятия и уровнем компетенций выпускника университета.

Список литературы

1. Бенц Д.С. Какой бизнес формирует экономику Уральского федерального округа // Вестник Челябинского государственного университета. 2020. № 2 (436). С. 258-265. DOI: 10.24411/1994-2796-2020-10227.
2. Константинов И.Б., Константинова Е.П. Технологический суверенитет как стратегия будущего развития российской экономики // Вестник Поволжского института управления. 2022. № 22 (5). С. 12-22. DOI: 10.22394/1682-2358-2022-5-12-22.
3. Дементьев В.Е. Технологический суверенитет и приоритеты локализации производства // Terra Economicus. 2023. № 21 (1). С. 6-18. DOI: 10.18522/2073-6606-2023-21-1-6-18.
4. Варшавский А.Е., Кочеткова Е.В. Проблемы дефицита инженерно-технических кадров // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 32 (431). С. 2-16.
5. Бушуева В.А. Кадровый голод: как адаптироваться к условиям дефицита высококвалифицированного персонала // Вестник магистратуры. 2019. № 12-1. С. 18-19.
6. Власенко А.В., Пацук О.В., Клешина И.А. и др. Проблемы дефицита квалифицированных кадров инженерно-технических специальностей в отечественной ракетно-космической отрасли // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 2-2 (104). С. 23-27. DOI: 10.23670/IRJ.2021.103.2.035.
7. Варшавская Е.Я., Котырло Е.С. Выпускники инженерно-технических и экономических специальностей: между спросом и предложением // Вопросы образования / Educational Studies Moscow. 2019. Вып. 2. С. 98-128. DOI: 10.17323/1814-9545-2019-2-98-128.