

УДК 378.147

## ОБОСНОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ПРОФИЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

**Коробцов Александр Сергеевич,**

доктор технических наук, профессор,  
dstu.koras@yandex.ru

Донской государственный технический университет,  
пл. Гагарина, 1, Ростов-на-Дону, Россия, 344010

Предложена методология, позволившая для практической реализации компетентного подхода в инженерном образовании обосновать количество и сущность профессиональных компетенций на примере профиля подготовки «Оборудование и технология сварочного производства». Методика основывается на конкретных принципах, процессном подходе и международных стандартах, определяющих задачи и ответственность персонала.

**Ключевые слова:** инженерное образование, профессиональные компетенции, профиль сварочное производство.

### Проблема

В современных условиях одной из главных задач в инженерном образовании является подготовка выпускников, востребованных на рынке труда в соответствии с потребностями работодателей и государства.

Для реализации этой миссии образовательный процесс в рамках соответствующего направления предполагает *профильную* подготовку студентов, направленную на формирование *профессиональных (профильных)* компетенций, необходимых для того, чтобы выпускник вуза мог квалифицированно выполнять производственные задачи в узкой профессиональной области сразу после окончания университета. Однако новые образовательные стандарты ФГОС ВО 3<sup>++</sup>, требующие сопряжения основных образовательных программ вузов с соответствующими профессиональными стандартами, содержат перечни только универсальных и общепрофессиональных компетенций. Поэтому в настоящее время в большинстве случаев *профильные* компетенции каждый университет обосновывает самостоятельно, исходя из собственных представлений о требованиях промышленности к компетенциям выпускника вуза, так как отсутствуют единые подходы и практические рекомендации.

Поэтому актуальной задачей является разработка методологии, позволяющей обосновать количество и сущность профессиональных (профильных) компетенций.

### Принципы и базовые положения методологии

В педагогической теории существуют различные методики моделирования перечня компетенций, среди которых на практике наибольшее применение нашел метод анкетирования, который имеет определенные достоинства и недостатки. Так, в представленных различными вузами перечнях профессиональных компетенций, их количество и длина формулировок колеблются в очень широких пределах и являются в настоящее время величинами субъективными из-за отсутствия единых правил их обоснования. В литературе и международном проекте TUNING, направленном на гармонизацию программ подготовки, указывается только, что количество компетенций желательно должно быть минимальным.

В основу предлагаемой в данной работе методологии, направленной на решение проблемы, положены следующие принципы и базовые положения.

*Принципы:*

1. Принцип иерархии требований
2. Принцип простоты
3. Принцип однозначности толкования
4. Принцип консенсуса
5. Межотраслевой принцип
6. Принцип комплексности

*Принцип иерархии требований* предусматривает определение в первую очередь тех ключевых профессиональных компетенций, для формирования которых должна быть со-

ставлена основная образовательная программа профильной подготовки.

Из нескольких формулировок одной и той же компетенции, в конце концов, наиболее приемлемой является та, которая *проще*. «Простота – печать истины» (римляне). Не следует усложнять формулировку компетенции без необходимости. Чем более громоздкая формулировка компетенции, тем сложнее средства оценки уровня ее соответствия.

Формулировки профессиональных компетенций должны быть *однозначно понимаемыми* теми, кто их формирует в процессе подготовки специалиста, и работодателями, которые должны быть уверены в том, что сформированные у выпускника профессиональные компетенции позволят ему выполнять конкретные производственные задачи.

*Принцип консенсуса* заключается в том, что во внимание должны быть приняты интересы всех заинтересованных сторон: работодателей, вузов, выпускников, общества и государства в целом.

*Межотраслевой принцип*: профессиональные компетенции должны удовлетворять требованиям широкого круга отраслей промышленности, заинтересованных в специалистах данного профиля подготовки.

Согласно *принципу комплексности* конечным результатом обучения должны являться не отдельно сформированные компетенции, а способность выпускника эффективно решать конкретные профессиональные задачи в целом.

*Базовые положения:*

1. Сформированные профессиональные компетенции для производственно-технологической деятельности должны обеспечить востребованность выпускника на профессиональном рынке труда и основываться на положениях соответствующих профессиональных стандартов.
2. Требования к профессиональным компетенциям должны учитывать международный опыт в данной области, в частности требования международных стандартов к профессиональной подготовке в области проектирования, изготовления и менеджмента качества продукции;
3. Сформированные компетенции должны обеспечить эффективное выполнение специалистом основных этапов (процессов) изготовления продукции, поэтому обоснование перечня, сущности профессиональных компетенций и их формирование

целесообразно осуществлять на основе процессного подхода.

4. Из перечня и структуры профессиональных компетенций должно логически и однозначно трактуемо вытекать содержание образовательной программы профильной подготовки.

Обоснование профессиональных компетенций, по-нашему убеждению, должно базироваться на требованиях международных стандартов (ISO) потому, что:

- в стандартах ISO представлен и систематизирован накопленный мировой практический опыт решения инженерных проблем;
- стандарты ISO – это нормативные документы, разработанные на основе консенсуса и утвержденные признанным органом (в отличие от субъективных мнений отдельных экспертов при анкетировании);
- в стандартах устанавливаются для всеобщего и многократного использования общие принципы и правила;
- опора на международные стандарты создает доверие к качеству образовательных услуг. Например, в области изготовления сварочной продукции базовыми являются следующие международные стандарты:

- **ISO 14731:2006E**. Координация в сварке. Задачи и ответственности [1]. Данный стандарт устанавливает требования к инженерно-техническому персоналу и содержит однозначное и четкое описание задач и видов ответственности лиц, осуществляющих надзор за выполнением сварочных работ.
- **ISO 3834:2005** «Требования к качеству выполнения сварки плавлением металлических материалов» [2], которые регламентируют требования к контролю процессов сварочного производства на этапах производственного цикла и предусматривают механизмы надзора, управления и корректирующих воздействий на всех этапах жизненного цикла. Помимо этого, должны быть учтены требования к специальной подготовке, накопленные профессиональными сообществами и Международным институтом сварки (IWI).

### Количество и формулировка компетенций

Процессный подход является одним из ключевых принципов системы менеджмента качества продукции, так как мировой опыт продемонстрировал, что желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельно-

Таблица 1. Перечень задач (ISO 14731), обязанности и компетенции персонала  
Table 1. The list of tasks (ISO 14731), duties and competencies of staff

№ этапа No. stage	ISO 14731 Перечень задач персонала ISO 14731 List of staff tasks	Должностные обязанности Official responsibilities	Профильные компетенции Profile competencies
1	<p>2</p> <p><b>Анализ договора / Contract analysis:</b> возможность организации выполнять сварочные работы the ability of the organization to perform welding work.</p> <p><b>Анализ конструкции / Design analysis:</b> – соответствующие стандарты / the product standard to be used; – расположение сварных соединений в соответствии с проектом / the joint location with relation to the design requirements; – доступность для выполнения сварки и контроля / the accessibility for welding, inspection and testing; – отдельные данные по сварному соединению / separate data on the welded joint, – требования к качеству и оценке сварных швов / quality and acceptance requirements for welds.</p> <p><b>Субподрядчик</b> – оценка возможностей субподрядчика / <b>Sub-contractor</b> – suitability of any sub-contractor for welding fabrication.</p>	<p>3</p> <p>Знать / Know: – профиль, специализацию, техническую структуру организации / profile, specialization, technical structure of the organization; – организацию и правила производства сварочных работ / organization and rules of welding works; – требования, правила, нормы ГОСТа стандарта РФ / requirements, rules, reg standards and specifications.</p>	<p>4</p> <p>1. Способность провести технический анализ конструкции и возможностей организации выполнить сварочные работы Ability to carry out technical analysis of the structure and the organization's ability to welding fabrication</p>
2	<p><b>Материалы. Основной металл</b> <b>Materials. Parent material:</b> – свариваемость основного металла / weldability of the parent material; – возможные дополнительные требования к условиям поставки основного металла / any supplementary requirements in the material purchasing specifications; – хранение и обращение с основным металлом the storage and handling of parent material; – обратная отслеживаемость / traceability.</p> <p><b>Присадочные материалы</b> <b>Welding consumables:</b> – пригодность / compatibility; – условия поставки / delivery conditions; – возможные дополнительные требования к условиям поставки присадочных материалов, включая вид изделия присадочных материалов any supplementary requirements in the welding consumable purchasing specifications, including the type of welding consumable inspection document; – обозначение, хранение и обращение с присадочными материалами / the identity, storage and handling of welding consumables.</p>	<p>– Знать виды сварочных и вспомогательных материалов, их свариваемость / Knows the types of welding consumable and parent materials, their weldability. – Контролирует правильность хранения, подготовки и использования сварочных материалов Controls the correct storage, preparation and use of welding consumables.</p>	<p>2. Умение оценить пригодность основного и присадочного материалов, организовать их хранение и обслуживание Ability to assess the suitability of parent material and welding consumables, to organize their storage and handling</p>

№ этапа No. stage	ISO 14731 Перечень задач персонала ISO 14731 List of staff tasks	Должностные обязанности Official responsibilities	Профильные компетенции Profile competencies
1	2	3	4
3	<p><b>Планирование изготовления / Production planning:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пригодность спецификаций по сварке и аттестованных технологий the suitability of the welding procedure specification;</li> <li>– рабочая документация / working documentation;</li> <li>– зажимные и сварочные приспособления / clamping and welding devices;</li> <li>– наличие аттестованных сварщиков / validity of welders' qualification certificates;</li> <li>– последовательность сборки и порядок сварки конструкции the sequence in which the welds are to be made;</li> <li>– требования к производственным испытаниям сварных швов / the requirements for production testing of welded joints;</li> <li>– требования к контролю качества сварки / requirements for welding quality control;</li> <li>– условия окружающей среды / environmental conditions;</li> <li>– здоровье и безопасность / health and safety.</li> </ul> <p><b>Устройства / Equipment:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пригодность сварочных и дополнительных устройств / the suitability of welding and associated equipment;</li> <li>– идентификация и обращение со вспомогательными устройствами identification and handling of auxiliary devices;</li> <li>– безопасность / safety of equipment</li> </ul>	<p>Знать / Know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– виды и способы сварки, их сутьность, области применения / types and methods of welding, their essence, applications;</li> <li>– типы сварных соединений и обозначения сварных швов / types of welded joints and weld symbols;</li> <li>– подготовку сварных соединений под сварку / preparation of welded joints for welding;</li> <li>– основы металлургии, науки о прочности / basics of metallurgy, the science of strength;</li> <li>– организует подготовку и аттестацию сварщиков / Organizes training and certification of welders;</li> <li>– осуществляет выбор оборудования / carries out the choice of equipment;</li> <li>– контролирует работоспособность сварочного оборудования и настраивает его на требуемые параметры / monitors the performance of welding equipment and adjusts it to the required parameters.</li> </ul>	<p>3. Способность спланировать изготовление сварной конструкции с учетом факторов, определяющих качество продукции Ability to plan the production of welded design, taking into account the factors that determine the quality of products</p>
4	<p><b>Технологические процессы / Technological process</b></p> <p><b>Подготовительная деятельность / Preparatory activity:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– предоставление в распоряжение рабочей документации provision of working documentation;</li> <li>– разделка кромок / joint preparation;</li> <li>– сборка и очистка / Assembly and cleaning of surface;</li> <li>– подготовка к контролю при изготовлении preparation for manufacturing inspection;</li> <li>– пригодность рабочего места, включая окружающую среду / the suitability of working conditions for welding, including the environment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществляет технический надзор за выполнением сборочных работ carries out technical supervision of Assembly works;</li> <li>– контролирует соблюдение правил техники безопасности при проведении сборочно-сварочных работ monitors compliance with safety regulations during Assembly and welding.</li> </ul>	<p>4. Умение осуществлять технический надзор за подготовкой кромок к сварке и выполнением сборочных работ Ability to carry out technical supervision over the preparation of edges for welding and Assembly work</p>

№ этапа No. stage	ISO 14731 Перечень задач персонала ISO 14731 List of staff tasks	Должностные обязанности Official responsibilities	Профильные компетенции Profile competencies
1	2	3	4
5	<p><b>Сварка / Welding:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– распределение сварщиков и инструктаж / the issuing and use of work instructions;</li> <li>– пригодность устройств и принадлежностей / suitability of devices and accessories;</li> <li>– присадочные материалы / welding consumables;</li> <li>– применение сварки для сборки на прихватках / the use of tack welding for Assembly;</li> <li>– установка параметров режима сварки / setting of essential welding parameters;</li> <li>– применение промежуточного контроля / any intermediate examination;</li> <li>– предварительный подогрев / preheating;</li> <li>– порядок сварки / the welding sequence;</li> <li>– термообработка / post-heat treatment.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проводит инструктаж сварщиков / Instructs welders.</li> <li>– Осуществляет надзор за выполнением сварочных работ Supervises the implementation of welding works.</li> <li>– Знать виды дефектов, причины их образования, способы исправления / Know the types of defects, the causes of their formation, methods of correction.</li> </ul>	<p>5. Умение организовать процесс сварки и осуществлять надзор над выполнением сварочных работ Ability to organize the welding process and supervise the implementation of welding works</p>
6	<p><b>Контроль. Визуальный контроль / Inspection Visual inspection:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проверка выполнения всех швов visual inspection for completeness of welding;</li> <li>– размеры сварных швов / weld dimensions;</li> <li>– форма, размеры и предельные отклонения деталей / form, dimensions and tolerance of the construction;</li> <li>– внешний вид шва / the external shape of weld.</li> </ul> <p><b>Контроль с разрушением и неразрушающий Destructive testing and non-destructive testing:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применение контроля с разрушением / the use of destructive testing;</li> <li>– применение неразрушающий контроль / the use of non-destructive testing;</li> <li>– специальный контроль / special inspection.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Знать способы и методы контроля качества при производстве сварных конструкций Know the methods of inspection and testing of welded structures.</li> </ul>	<p>6. Умение оценить соответствие продукции критериям приемки внешним осмотром, методами разрушающих и неразрушающих испытаний Ability to assess compliance with acceptance criteria by visual inspection, destructive and non-destructive testing methods</p>
7	<p><b>Оценка сварки / Quality assessment:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оценка результатов контроля / assessment of the results;</li> <li>– ремонт, повторная оценка отремонтированных мест / repair, reassessment of repaired places; ушные действия / corrective actions.</li> </ul> <p><b>Документация / Records:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовка и хранение необходимых отчетов (включая деятельность субподрядчиков) / the preparation and storage of the necessary records results (including subcontractors' activities).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оформляет учетную документацию Prepares of the necessary records.</li> </ul>	<p>7. Способность провести анализ несоответствий результатов сварки и предложить корректирующие действия по их устранению, подготовить необходимый отчет Ability to analyze the mismatches of welding results and propose corrective actions, to prepare the necessary records</p>

стью и соответствующими ресурсами управляют как процессом. Поэтому обоснование количества компетенций представляется целесообразным и перспективным осуществить с позиции процессного подхода.

Эффективность профессиональной деятельности работника в целом определяется эффективностью выполнения отдельных этапов работы. Если человек эффективно выполняет каждый этап профессиональной деятельности и как следствие работу в целом, то его можно охарактеризовать как компетентного работника. Поэтому, если обосновать количество этапов профессиональной деятельности, как относительно самостоятельных, но взаимосвязанных процессов, выполнение которых требует конкретных компетенций, то представляется возможным обосновать и количество базовых компетенций (как в системе менеджмента качества продукции международным стандартом ISO 9001 рекомендуется разбиение производственной деятельности по изготовлению продукции на отдельные процессы и управление ими).

Анализ производственно-технологической деятельности персонала при изготовлении продукции сварочного производства с учетом требований международных стандартов и должностных обязанностей позволяет выделить следующие базовые относительно самостоятельные, но взаимосвязанные этапы (процессы) профессиональной деятельности специалиста:

1. Технический анализ конструкции и возможностей организации.
2. Оценка пригодности основного и присадочного материалов.
3. Планирование изготовления сварной конструкции.
4. Подготовительная деятельность к сварке.
5. Выполнение сварочных работ.
6. Контроль качества продукции.
7. Анализ несоответствий результатов сварки и принятие корректирующих действий.

Представляется, что данное разбиение цикла производства сварных конструкций на процессы является обоснованным и доста-

точным, так как охватывает все 22 базовых показателя, проверка и документальное подтверждение которых требуется в соответствии с процедурой сертификации предприятия по международному стандарту ISO 3834. Исследует акцентировать внимание, что именно количество производственных процессов предопределяет количество профильных компетенций, а сущность процессов – содержание профессиональных компетенций.

В табл. 1 задачи инженерно-технического персонала (колонка 2), осуществляющего руководство выполнением сварочных работ в соответствии с ISO 14731:2006, и должностные обязанности персонала (колонка 3) размещены нами в соответствии с перечнем этапов деятельности (колонка 1).

Следует отметить, что в международном стандарте ИСО 14731:2006 перечень задач персонала представлен практически в последовательности, соответствующей обоснованным выше базовым этапам (процессам) изготовления продукции сварочного производства. Должностные обязанности инженерного персонала также логично и в полном объеме «раскладываются» по отдельным процессам (табл. 1, кол. 3).

На основе проведенного анализа появляется возможность обосновать количество и сформулировать сущность профессиональных (профильных) компетенций, которые представлены в колонке 4 табл. 1 в соответствии с этапами (процессами) изготовления продукции сварочного производства. При этом сущность представленных компетенций сформулирована на основе требований и формулировок международных стандартов по задачам и ответственности персонала, что является одним из положений предлагаемой методологии.

### Вывод

Разработана методология, позволяющая обосновать количество и сущность профессиональных компетенций при профильной инженерной подготовке.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Координация в сварке. Задачи и обязанности. ISO 14731:2006(E). – Москва: Стандартинформ, 2010. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/487/48766.pdf> (дата обращения: 10.09.2019).
2. Требования к качеству выполнения сварки плавлением металлических материалов. Часть 2: Всеобщие требования к качеству. – Москва: Стандартинформ, 2007. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/34c/4293841601.pdf> (дата обращения: 10.09.2019).

Дата поступления: 10.10.2019.

UDC 378.147

## SUBSTANTIATION OF PROFESSIONAL PROFILE COMPETENCIES IN ENGINEERING EDUCATION

**Alexander S. Korobtsov,**

Dr. Sc., professor,  
dstu.koras@yandex.ru

Don State Technical University,  
1, Gagarin sq. Rostov-on-Don, 344010, Russia.

A methodology is proposed that allows for the practical implementation of the competency-based approach in engineering education to substantiate the number and nature of professional competencies using the training profile "Equipment and technology for welding production" as an example. The methodology is based on specific principles, a process approach and international standards that define the tasks and responsibilities of personnel.

**Keywords:** engineering education, professional competencies, welding production profile

### REFERENCES

1. Koordinatsiya v svarke. *Zadachi i obyazannosti ISO 14731:2006(E)* [Welding coordination – Tasks and responsibilities. ISO 14731:2006(E)]. Moscow, Standartinform, 2010. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data/487/48766.pdf> (accessed 10.09.2019).
2. *Trebovaniya k kachestvu vypolneniya svarki plavleniyem metallicheskih materialov. Chast' 2: Vsestoronniye trebovaniya k kachestvu* [ISO 3834-2:2005 – Quality requirements for fusion welding of metallic materials – Part 2: Comprehensive quality requirements]. Moscow, Standartinform, 2007. Available at: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/34c/4293841601.pdf> (дата обращения: 10.09.2019).

Received: 10.10.2019.