

УДК 37.022

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНДАРТОВ СИСТЕМЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ¹

Наталья Григорьевна Серебрякова,

заведующая кафедрой моделирования и проектирования, кандидат педагогических наук, доцент, Белорусский государственный аграрный технический университет, serebryakova@bsatu.by

В статье предлагается авторский подход к проектированию элементов системы инженерного образования, пригодный как для целей создания образовательных стандартов новой специальности, так и для модернизации стандартов специальностей, ранее существующих. Представлены общие принципы формирования и структура образовательного стандарта специальности, методология разработки стандарта инженерного образования и его структурных элементов. Проанализирована существующая система компетенций, целесообразная иерархия и модернизированная система компетенций.

Ключевые слова: инженерное образование, образовательный стандарт, профессиональная деятельность, компетентность, проектирование.

Принципы проектирования новых образовательных стандартов инженерного образования должны определять чёткую систему шагов-операций разработчика на каждом этапе от постановки задачи до технологических операций по формированию специалиста и конечных контрольных операций. В данном случае сохраняется аналогия с выпуском продукции, где за этапом разработки требований к продукту, стандарта продукции следуют этапы создания технологии, технологических операций, технологического процесса и контроля.

Особенности проектирования подготовки специалистов вытекают из специфики объекта и состоят в следующем:

¹ Общие подходы автора к системе современного образования см.: Образовательные технологии. 2021. № 4. С. 35–47. А также: Серебрякова Н.Г. Проектирование инженерного образования нового поколения / Н.Г. Серебрякова. Москва: Народное образование, 2021. 184 с.

- для достижения некоторых свойств, декларированных в стандарте, требуется иерархия технологических операций, то есть обучение некоторой дисциплине требует в качестве входных данных результаты, полученные при предыдущей подготовке;

- перечисленные в стандарте компетенции должны иметь такую степень конкретности и определённости, чтобы можно было обеспечить прямое соответствие заявленного свойства и списка конкретных операций, посредством которых предполагается его достичь, то есть каждый пункт результата должен быть представлен в виде некоторой линейной композиции произведённых для достижения результата операций;

- также надо заметить, что некоторые компетенции общего характера могут потребовать не отдельной дисциплины, а привнесения новых дидактических приёмов в смежные дисциплины. Прежде всего, это касается компетенций, вошедших в кольцо инфосферы, и компетенций, связанных с созданием и прочтением регламентов.

Принципы формирования и структура образовательного стандарта специальности

С точки зрения задачи проектирования системы инженерного образования важно определить алгоритм формирования стандарта, но прежде необходимо определить, кто инициирует его создание или модернизацию.

Исходя из принципов стандарта системы разработки и постановки продукции на производство, конечное свойство продукта определяет заказчик. При этом проект требований на основе опроса заказчика, как правило, составляет исполнитель, а заказчик ставит окончательную согласующую подпись. Такая последовательность операций понятна и логична для случая, когда выпуск продукции реально инициируется заказчиком. Однако для современной системы образования такой вариант едва ли подходит. По существу, в высшей школе происходит формирование «продукта» в превентивном порядке, что совершенно типично, например, для современной экономики. В таком случае функцию заказчика выполняет некая инициативная группа, специалисты product management², занимающиеся продвижением продукта. Обычно это наиболее квалифицированные специалисты, хорошо знающие состояние рынка, нужды потребителя и иерархически стоящие на уровень выше производственного менеджмента.

Какие же структуры в системе образования могут исполнять эти функции? Приходится констатировать, что в настоящее время таких структур нет, и их следовало бы создать, понимая, что качество их работы в первую очередь определяет качество и конкурентоспособность продукта.

Однако реальность такова, что образовательные стандарты создаются специалистами, обычно весьма далёкими

² Product management — это система управления созданием и выпуском нового продукта и работа по поддержке и его развитию на рынке.



от квалификации менеджера продукта. В качестве промежуточного, паллиативного варианта, до тех пор, пока необходимость создания специализированного органа (структуры) не будет осознана, можно предложить создание некоторого документа — инструкции по формированию стандартов. Этот документ ни в коем случае не должен стать ещё одной вехой бюрократизации, мешающей работе, а может представлять собой набор необязательных рекомендаций и типовых решений, позволяющих получить приемлемый результат с помощью ограниченных ресурсов.

Исходной задачей формирования образовательного стандарта специальности должно быть исследование и сбор данных потенциального типового потребителя. Основным потребителем услуги в первую очередь являются студенты, во вторую — работодатель отрасли. При этом следует учитывать принцип «продвинутого заказчика», из которого следует, что стандарты должны ориентироваться не на общий массив потребителей, а на ту его часть, которая воспринимает современную экономику осознанно и стремится к максимальному качеству. Остальная же часть рынка потребителей предположительно будет подтягивать свой уровень. Во всяком случае система образования должна создать возможность для роста общего уровня участников экономического процесса.

Учебные планы

Принципы формирования учебных планов непосредственно вытекают

из принципов формирования стандартов. Если стандарты являются документами, задающими свойства и качества выпускаемого специалиста, то учебные планы представляют собой пространство, в котором достижение этих свойств будет осуществляться.

По нашему мнению, в настоящее время не существует определённых правил формирования учебных планов. Вероятнее всего, в большинстве случаев они представляются «исторически сложившимися», а процессы их развития являются спонтанными и стохастическими. Для придания процессу осознанности и определённости формирование учебных планов следует подчинить специально разработанной методике. Создание такой методики не входит в задачи настоящей работы. Тем не менее перечислим основные принципы, которые должны быть в неё заложены.

1. Проект учебного плана специальности должен формироваться в соответствии с современными тенденциями наиболее авторитетных учреждений образования. В практическом плане это означает, что первым этапом создания учебного плана должно явиться создание отчёта о подходах формирования учебных планов лучших вузов по аналогичным специальностям в Российской Федерации и странах Запада.

2. Учебные планы нового поколения должны включать средства реализации новых концептуальных подходов, в частности:

- расширение цикла дисциплин «Компьютерные науки» с учётом формирования компетенций, связанных с «кольцом инфосферы»;

- формирование дисциплин или распределение по существующим дисциплинам компетенций, связанных с исполнением и формированием регламентов;
- обоснованный подход к формированию двухуровневой системы образования с чётким разделением задач, соответствующих сущностным различиям бакалавриата и магистратуры.

Наконец, проект учебного плана следует верифицировать с участием потенциальных потребителей. В практическом смысле это означает исследование восприятия проекта учебного плана студентами и работодателями, согласование, подтверждение. Технология данной процедуры может включать анкетирование, опрос или интервьюирование, в зависимости от того, что окажется более эффективным, и т.п.

Учебные программы

Учебные программы должны решать задачи, поставленные нормативными документами, в частности обеспечение формирования компетенций нового поколения на основе чётко сформулированного понятийного каркаса дисциплины. Речь о новом понимании знания и деятельности в инфосфере, а также о принципах регламентации.

В соответствии с новыми образовательными принципами учебные программы по каждой дисциплине должны быть построены так, чтобы соответствовать структуре «понятийный каркас — содержательные сведения — связь с инфосферой». Анало-

гично должно быть распределено преподавание. Вопросам формирования понятийного каркаса следует выделить необходимое количество часов для закрепления, чётко определить формы промежуточного контроля. Вопросы, связанные со сведениями, целесообразно представлять в виде справочного материала, и в отношении них студент должен усвоить состав и освоить способы доступа к ним.

В то же время в каждой дисциплине следует уделить внимание вопросам связи её с инфосферой. Условно к этим вопросам относится доступ к авторитетным ресурсам, базам данных, справочникам и т.п., а также навыки правильного формирования запросов.

Отдельной проблемой создания учебной программы является разработка контрольных операций. Как это было сказано выше, в новой образовательной парадигме контрольные операции должны соответствовать новым задачам, в частности контролю качества усвоения концептуально-понятийного каркаса, способности восстановления сведений в условиях доступа к инфосфере и, собственно, навыков использования инфосферы.

Технологии

Новая система инженерного образования требует не только создания новых образовательных стандартов, учебных планов, учебных программ дисциплин, но и новых образовательных технологий. Просим обратить внимание на то, что в данном случае не имеются в виду какие-либо новации в педагогических



технологиях как в инструменте преподавания. Необходимость новых технологий прежде всего связана с новыми задачами и новыми сущностями. Новые процессы в системе инженерного образования требуют проектирования педагогических подходов к их реализации. В то же время конкретные выражения технологии в инструментальном смысле могут основываться на соответствующих задачам существующих методах и приёмах.

Также надо отметить, что проектированию подлежит не только процесс преподавания. Контрольные процедуры в новой системе подвергаются модернизации в ещё большей степени и, соответственно, требуют создания новых контрольных операций.

Формирование стандартов инженерного образования

Общеизвестно, что темп изменений в сфере образования приводит к тому, что нормативные документы, учебные планы и технологии преподавания неизбежно отстают от требований, предъявляемым к современным специалистам. В связи с этим государственные институты управления образованием призваны создавать условия и механизмы приведения элементов образовательной системы в соответствии с требованиями современной экономики.

Возникает вопрос: насколько современная система регламентации соответствует фактическому состоянию потребностей экономики? В данной главе рассматриваются структура и смысловые составляющие современных об-

разовательных стандартов на примере образовательного стандарта ОСВО 1-36-12-01-2019 для специальности «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники».

Предлагаемый подход к модернизации стандартов основывается на принципиальном сохранении их структуры, что должно минимизировать трудности перехода. В то же время некоторые составляющие существующих стандартов объективно требуют исключения.

Структура образовательных стандартов

Содержательная часть стандартов в Республике Беларусь формируется шестью разделами:

- 1) общие положения;
- 2) характеристика профессиональной деятельности специалиста;
- 3) требования к компетентности специалиста;
- 4) требования к учебной программной документации;
- 5) требования к организации учебно-воспитательного процесса;
- 6) требования к итоговой аттестации.

Анализируя смысловую составляющую разделов, можно выделить две группы положений:

- 1) специфическое содержание, касающееся непосредственно специальности;
- 2) общее содержание, относящееся к отрасли или даже к инженерной деятельности в целом.

Первый блок положений стандарта декларирует специфические положения, имеющие непосредственное отношение к специальности, и описывает её в целом: это общие положения и характеристика профессиональной деятельности. Необходимость данного блока в стандарте не вызывает сомнения, и его модернизация может касаться в основном оптимизации и уточнения формулировок.

Второй блок затрагивает требования к компетенциям специалиста, разумеется, он является специфическим в отношении специальности и вообще является основой стандарта, так же как технические требования к промышленному изделию в системе производства являются определяющими.

В третьем блоке представлены следующие разделы:

- 1) требования к учебной программной документации;
- 2) требования к организации учебно-воспитательного процесса;
- 3) требования к итоговой аттестации.

Даже при самом тщательном их изучении не представляется возможным обнаружить в этих разделах специфическую компоненту, связанную со специальностью. Эта часть, занимающая около 20 страниц стандарта, вероятно, просто переписывается из года в год дословно. На наш взгляд, нет никакой необходимости включать эти сведения в каждый стандарт по конкретной специальности. Их следовало бы вынести в некоторый общий документ,

распространяющийся, как минимум, на отрасль. Такое действие позволило бы значительно снизить трудоёмкость создания стандарта и, кроме того, сделало бы стандарты существенно более краткими, что само по себе уже явилось бы важным результатом.

Однако в данном блоке существует специфический фрагмент — «Требования к структуре учебного плана по специальности». Интересно то, что название раздела не соответствует его содержанию. В нём находятся вовсе не требования к структуре учебного плана, а непосредственно макет учебного плана, как и следовало бы раздел назвать. Разумеется, этот раздел является важнейшим и определяет результативность учебного процесса не менее чем требования к компетенциям специалиста. В стандартах нового поколения он должен сохраниться, и отношение к нему должно быть самое внимательное.

Предлагаемая модернизация позволит не только сократить объём стандарта, но и акцентировать его действительно важные разделы.

Далее рассмотрим принципы формирования стандарта нового поколения в предложенной структуре.

1. Общие положения и характеристика профессиональной деятельности

1.1. Общая характеристика специальности

В данном случае модернизация должна состоять в том, чтобы ввести в практику составление содержательной характеристики специальности, дающей точное представление о её существе и пределах.



На наш взгляд, данный пункт должен иметь более подробную детализацию и в обязательном порядке содержать описание основных свойств (особенностей, характеристик) специальности, пределы специальности, варианты применимости, вплоть до примеров должностных обязанностей в приложениях.

1.2. Требования к уровню образования лиц, поступающих для получения высшего образования I ступени

Данный пункт носит не столько содержательный, сколько организационный характер. В данном разделе целесообразно было бы определить стандарт уровня владения основными общеучебными навыками, языковыми и математическими. Практика мировой высшей школы говорит о том, что требования должны применяться не к приёму в университет, а к допуску на первый курс. Студенты, не соответствующие требованиям, должны проходить предварительный подготовительный курс, вплоть до приобретения ими соответствия требованиям стандарта. С одной стороны, это предложение инициирует значительное переосмысление технологии высшего образования, с другой стороны, позволяет решить целую систему проблем, связанных с неоднородностью подготовки абитуриентов и препятствующих эффективной работе университета.

2. Общие цели подготовки специалиста

Прежде всего, остаётся неясной функция слова «общие», особенно с учётом того, что частные цели далее в стандарте не упоминаются. На наш взгляд, цели

подготовки должны быть ориентированы на потребителя образовательной услуги. Поскольку непосредственным потребителем услуги является студент, то и первая группа целей должна описывать его потребность. Предположительно, первая цель студента — приобретение формальной конкурентоспособности на рынке труда по факту наличия диплома и общим признакам, вторая цель — приобретение компетенций, обеспечивающих профессиональный и карьерный рост; третья цель — личностный рост, приобретение (совершенствование) способности к саморазвитию.

Опосредованным потребителем услуги образования являются субъекты экономики. Соответственно, в стандарте должны быть цели, ориентированные и на них. В частности, максимальное соответствие специалиста должностным требованиям реального производства, в максимально конкретных формулировках, способность к обучению, определённая социальная зрелость и т.п.

2.1. Сфера профессиональной деятельности специалиста

Следуя смыслу определения сферы профессиональной деятельности, стандарт должен подробно предложить максимально широкий спектр потенциальных отраслей, производств, предприятий и должностей, определяя границы применимости данной специальности.

2.2. Объекты профессиональной деятельности специалиста

Этот пункт всего лишь дополняет предыдущий и как таковой может быть сохранён.

В таком случае определения должны приводиться, как минимум, в список должны попасть предметы, которые действительно можно назвать объектами, и соответственно исключаться средства и т.п.

2.3. Виды профессиональной деятельности специалиста

В существующем стандарте виды профессиональной деятельности сформулированы в следующих пунктах:

- 1) производственно-технологическая и эксплуатационная;
- 2) проектно-конструкторская;
- 3) инновационная;
- 4) организационно-управленческая.

В целом такая структура достаточно полно характеризует вариабельность видов инженерной деятельности.

2.4. Задачи профессиональной деятельности специалиста

Существующий стандарт формулирует задачи в следующем виде:

1) выполнение проектно-конструкторских работ в области создания машин и оборудования; проектирование, организация и управление технологическими процессами производства техники, техники механизмов, оборудования.

2) разработка технических условий, стандартов и технических описаний новых средств механизации технологических процессов для производства, хранения и переработки продукции, а также для технического обслуживания и ремонта восстановления и упрочнения изношенных деталей;

3) обеспечение высокой работоспособности машин, механизмов и техно-

логического оборудования методами проектирования;

4) совершенствование конструкций машин и их рабочих органов, поиск методов повышения эксплуатационных показателей технических средств;

5) осуществление технического контроля, измерений и управления качеством в процессе производства техники;

6) оценка затрат по инженерно-техническому обеспечению производства техники;

7) эффективное использование материалов, оборудования, алгоритмов и программ расчётов параметров технологического процесса;

8) проведение стандартных и сертифицированных испытаний техники, производимой и перерабатываемой продукции, электрооборудования и средств автоматизации;

9) разработка планов, программ и методик проведения исследований, связанных с повышением эффективности и надёжности технических систем.

Данный раздел выполнен достаточно качественно. Можно отметить, что список выглядит полным и содержит вполне конкретные формулировки. Такое состояние вовсе не является характерным, очень часто в разделе задач помещаются общие и примерные сведения.

3. Требования к компетентности специалиста

3.1. Существующая система компетенций

В существующей системе компетенции распределяются по следующим разделам:



- универсальные компетенции (УК);
- базовые профессиональные компетенции (БПК);
- специализированные компетенции (СК).

Универсальные компетенции заменили собой существующие в предыдущей технологии социально-личностные и академические номинации. В рассматриваемом случае они содержатся в количестве семи и носят самый общий характер.

Появление в новых стандартах БПК свидетельствует о тенденции выделения общеинженерных и общепрофессиональных списков компетенций, однако этот процесс находится в самом начале.

В отношении СК, как это ни странно, присутствует фраза «перечень специализированных компетенций учреждение образования устанавливает самостоятельно с учётом направленности образовательной программы по специальности в учреждении высшего образования». В результате значительная и самая существенная специфическая часть компетенций, по существу, в стандарте отсутствует.

3.3. Целесообразная иерархия компетенций

Анализируя существующую систему формирования компетенций, можно сделать следующие выводы.

В практике управления созданием стандартов составление списка компетенций относится к функциям декана факультета и заведующих кафедрами. В результате близкие по существу специальности могут иметь совершенно различный состав компетенций в силу

того, что они создавались различными людьми вне всякой синхронизации.

Целесообразно создать иерархию компетенций, которые имели бы единое общее ядро для всех специальностей, составляющее большую часть списка. Следующий слой — это группы компетенций, одинаковые в пределах отрасли. В результате чего близкие специальности имели бы минимальные отличия. И, наконец, конкретная специальность определялась бы небольшим специфическим набором компетенций.

Эта иерархия представляла бы собой первое измерение и являлась бы основой структуризации пространства компетенций.

3.4. Модернизированная система компетенций

На основе анализа фактической активности инженера в современной экономике предлагаем следующую структуру компетенций, основанную на двух разделах:

- 1) общеинженерные компетенции;
- 2) технические компетенции.

В данном случае общеинженерные компетенции включают весь спектр навыков и умений, не связанных непосредственно с узкой специальностью инженера. Технические компетенции, напротив, касаются специфических потребностей специализации.

Каждый из разделов состоит соответственно из восьми и четырёх компетентностных групп.

Общеинженерные компетенции:

- 1) взаимоотношения с управляющими структурами (руководством);

- 2) взаимодействие с подчинёнными;
- 3) взаимодействие с сотрудниками в параллельных (горизонтальных) функциональных структурах;
- 4) понимание, исполнение, создание инструкций и регламентов;
- 5) группа функций, связанных с управлением проектами (проекты, задачи, отчёты);
- 6) группа функций, касающихся сбора и анализа данных, составления отчётов и предложений;
- 7) группа функций, связанных с участием в маркетинге, рекламе, продвижении и т.д.;
- 8) обучение и саморазвитие;

Технические компетенции:

- 1) производственно-технологические и эксплуатационные;
- 2) проектно-конструкторские;
- 3) инновационные;
- 4) организационно-управленческие.

С точки зрения визуализации предлагаемой структуры целесообразно представить её в виде круговой диаграммы, а соответствующие разделы назвать секторами.

Далее на разработанную структуру должна быть наложена предложенная нами ранее концепция информационного приоритета, вследствие которой создаётся ряд требований к компетенциям, связанным со взаимодействием специалиста с инфосферой. Эта новая для стандартов структура не имеет строгой привязки к существующим секторам. Таким образом, её визуализацию целесообразно сформировать в виде отдельного класса компетенций, пока-

занного на круговой диаграмме в виде кольца. В результате пространство компетенций будет представлено диаграммой, приведённой на рисунке 1.

Приведённая на рисунке структура включает девять секторов общеинженерных компетенций и четыре сектора технических компетенций. В практическом приложении кольцевая диаграмма может быть разложена в линейную структуру, в верхнем уровне структуризации которой находятся секторы, включающие разделение на класс компетенций общего характера и класс инфосферы. Девятый сектор, соответственно, имеет дополнительное разбиение на подсекторы.

4. Заключительные разделы стандарта

Как отмечалось выше, заключительные разделы стандарта включают следующие пункты:

- требования к учебно-программной документации;
- требования к организации образовательного процесса;
- требования к итоговой аттестации.

Они не содержат специфических требований, относящихся к специальности, и из частного образовательного стандарта могут быть удалены. Исключение составляют пункт «Требования к структуре типового учебного плана по специальности» и пункт «Требования к обязательному минимуму содержания учебных программ». Эти разделы следует переместить в первый уровень оглавления, и в целом они не изменяют свой вид. В то же время сохраняется задача модификации учебного плана в направлении увеличения доли цикла дисциплин «Компьютерные науки».



▲ Рис. 1. Структура пространства компетенций

Выводы

1. Структура стандартов нового поколения должна быть модифицирована в направлении исключения формальных и неспецифических разделов.

2. Общие разделы стандарта специальности следует приблизить к современным требованиям экономики и излагать максимальной конкретностью, краткостью и читабельностью.

3. Новая структура компетенций в первом уровне структуризации включает сектора, основанные на группах функций и активности инженерной деятельности.

Раздел профессиональных компетенций дополнительно разделяется

на подразделы в соответствии с видами профессиональной деятельности.

4. В структуре компетенций сквозным образом присутствует «кольцо инфосферы», выделяющее новый класс компетенций, связанных с инфосферой.

5. Разделы «Требования к структуре типового учебного плана по специальности», «Требования к обязательному минимуму содержания учебных программ» следует перевести в первый уровень оглавления стандарта и разрабатывать их в соответствии с рекомендациями изучения цикла дисциплин «Компьютерные науки» и довести до 20%.

Литература

1. Байденко В.И. Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения: метод. пособие / В.И. Байденко. М.: Исслед. центр проблем качества подгот. специалистов, 2006. 71 с.
2. Лефевр В.А. Формула человека: контуры фундаментальной психологии: авторизованный перевод с английского / В.А. Лефевр. М.: Когито-Центр, 2012. 107 с.
3. Горохов В.Г. Эволюция инженерии: от простоты к сложности / В.Г. Горохов; Российская акад. наук, Ин-т философии. М.: Ин-т философии РАН, 2015.
4. Макаров А.В. Инновационные образовательные системы в высшей школе: проблемы качественного развития / А.В. Макаров // Высшая школа. 2018. № 2. С. 15–18.
5. Милль Дж.С. Система логики силлогистической и индуктивной: изложение принципов доказательства в связи с методами научного исследования / Дж.С. Милль. Изд. 5-е, испр. и доп. М.: URSS, 2011. 828 с.
6. Серебрякова Н.Г. Структура инженерного знания и концептуально-понятийный каркас учебной дисциплины / Н.Г. Серебрякова, А.П. Мириленко // Образовательные технологии. 2021. № 4. С. 35–47.
7. ОСВО 1-36 12 01-2019. Образовательный стандарт высшего образования. Первая ступень. Специальность 1-36 12 01 Проектирование и производство сельскохозяйственной техники = Адукацыйны стандарт. вышэйшай адукацыі. Спецыяльнасць 1-36 12 01 Праектаванне і вытворчасць сельскагаспадарчай тэхнікі. Мн: МО РБ, 2019. 15 с.

PRINCIPLES OF ENGINEERING EDUCATION SYSTEM STANDARDS DESIGN

Natalia G. Serebryakova, Head of the Department of Modeling and Design, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Belarusian State Agrarian Technical University, e-mail: serebryakova@bsatu.by

Abstract. The article suggests the author's approach to the design of elements of the engineering education system, suitable both for the purposes of creating educational standards of a new specialty and for the modernization of standards of specialties that previously existed. The general principles of formation and structure of the educational standard of the specialty are presented. On this basis, the methodology of developing the standard of engineering education and its structural elements is demonstrated: general provisions and characteristics of professional activity; requirements for the level of education of persons entering for higher education of the first stage; general objectives of specialist training; scope of professional activity; objects, types and tasks of professional activity; requirements for the competence of a specialist. The existing system of competencies, the appropriate hierarchy and the modernized system of competencies are analyzed.

Keywords: engineering education, educational standard, professional activity, competence, design.