

## Концептуальные основы системы современного инженерного образования

**Н. Г. Серебрякова,**  
заведующий кафедрой моделирования  
и проектирования,  
кандидат педагогических наук, доцент,  
Белорусский государственный аграрный  
технический университет

*Исследования в области педагогики посвящены преимущественно различного рода независимым частным проблемам, например, методикам преподавания, соотношению фундаментального и прикладного, созданию социальных и культурологических концепций. Практически отсутствуют работы, касающиеся концептуальных решений для системы образования в целом, обеспечивающих единый логически обоснованный подход к формированию структуры образовательной модели, содержащей обоснованные цели, задачи и средства их достижения. В результате в сложившейся практике задача модернизации системы образования сводится к идеоадаптации или приспособлению существующих подходов к новым условиям. В то же время принципиальные преобразования в экономическом укладе требуют принципиальных изменений и в системе инженерного образования [1; 2].*

Однако объективно необходимые трансформации в инженерном образовании встречают ряд препятствий. Формирование системы инженерного образования нового поколения потребует ревизии и переосмысления всех компонентов и структур, включая понятийную систему, представление о целях и критериях достижения результата [3].

**Структура инженерного знания и концептуально-понятийный каркас учебной дисциплины.** Немаловажное значение имеет принятая модель понимания знания как объекта целеполагания. Анализируя структуру инженерного знания, приобретенного в результате изучения дисциплин, можно выделить две принципиально разные составляющие: концептуально-понятийный каркас предмета и содержательные компоненты, которые можно охарактеризовать как сведения. И если понятие содержательных компонентов не требует специального описания, то концептуально-понятийный каркас является новым объектом и требует определения.

Концептуально-понятийный каркас предмета представляет собой структурированный набор основных

определений, объектов и понятий, начиная с названия предмета, ключевых явлений, величин и системы измерения, а также законов и следствий. Его создание в таком формате нельзя ограничить естественной компиляцией существующих формулировок. Всякий раз следует проводить проверку их качества и актуальности и при необходимости осуществлять переосмысление и улучшение уровня изложения. Особенный педагогический эффект может быть получен, если верификация формул осуществляется интерактивно совместно с обучающимися.

На наш взгляд, основная проблема сохранения знаний связана не только и не столько с тем, в каком объеме они приобретены, но большей частью с тем, насколько быстро они диссипируют во времени. Есть основания предполагать, что «скорость полураспада» знаний совершенно различна для этих двух составляющих. Для содержательных сведений параметр затухания исчисляется месяцами или неделями, в то время как качественно сформированный понятийный каркас предмета может оставаться устойчивым годами.

Надо также учесть, что при практической инженерной деятельности содержательные сведения в целом имеют весьма ограниченную ценность. Во всяком случае при необходимости они могут быть восстановлены в короткое время, особенно при условии профессионального взаимодействия инженера с инфосферой. В то же время понятийный каркас предмета является необходимым условием восстановления полного объема знаний и компетенций. При этом понятийный каркас должен формироваться в процессе университетского образования, поскольку его самостоятельное приобретение (даже с использованием инфосферы) весьма затруднительно.

Таким образом, главная задача университетского образования – формирование устойчивых полных и правдоподобных дисциплин концептуально-понятийного каркаса. При этом приобретение знаний в части сведений по существу имеет второстепенную ценность.

Рассматривая практику инженерной деятельности, можно сказать, что она редко сталкивается с необходимостью срочного решения проблемы [4; 5], которое потребовало бы немедленного наличия знаний и способностей. Такого рода задачи обычно решаются узкими специалистами. В обычной практике инженер располагает временным лагом в размере нескольких дней, в течение которых он должен модифицировать свои компетенции в необходимом объеме и направлении.

Резюмируя вышесказанное, можно утверждать, что:

- инженерное образование должно быть сосредоточено на формировании устойчивого понятийного каркаса дисциплин;
- пакет сведений, содержащихся в дисциплине, имеет второстепенное значение и объективно является неустойчивым;
- образовательные технологии должны соответствовать новому понятию о знании;
- контрольные образовательные операции должны быть ориентированы на диагностику качества понятийного каркаса и способностей восстановления сведений.

**Концепция инженерного образования нового поколения.** Концепция новой модели должна описывать основные принципиальные свойства системы, обуславливающие получение ожидаемого результата. На наш взгляд, концепция системы инженерного образования должна содержать следующие компоненты:

1. Понятие о целях образовательной деятельности.
2. Понятие о критериях успешности образовательной деятельности.
3. Понятийную систему основных образовательных сущностей.
4. Общие принципы стандартизации.
5. Новые принципы образовательных технологий.

**Цели образовательной деятельности.** Существующие образовательные стандарты формулируют общие цели подготовки специалистов. Формулировки имеют следующий формат: «цели подготовки, формирование компетенции для решения профессиональных задач». Еще более общий формат выглядит так: «формирование компетенций для работы в области ...», т. е. формула цели имеет более идеологическую, нежели практическую нагрузку. В то же время анализ современной инженерной деятельности [6] и международных образовательных стандартов [1; 7] позволяет говорить о том, что концепция инженерного образования нового поколения должна основываться на целях, связанных с обеспечением конкретных потребностей субъектов современной экономики. То есть не только декларировать приоритет компетентного подхода, но и формировать конкретные измеримые требования.

Таким образом, цели инженерного образования должны быть связаны с подготовкой специалистов, соответствующих потребностям работодателя, что обеспечивается правильно сформированными компетентными свойствами специалиста. Закономерно возникает вопрос о том, как быть с тем, что работодателей много, они различаются по кадровым потребностям, но прежде всего по уровню технологического развития и прогрессивности? К счастью, данный вопрос не порождает методологических проблем. Несомненно, образование должно ориентироваться на формирование компетентного пула в соответствии с запросами наиболее продвинутой части типового работодателя.

Анализ общих потребностей современного работодателя [8] свидетельствует о том, что система компетенций в образовательных стандартах требует модернизации на следующих принципах:

1. Преобразование структуры компетенций с выделением нового класса, связанного со способностями к взаимодействию с инфосферой.
2. Акцентирование группы компетенций, связанных с созданием и исполнением технических регламентов.
3. Акцентирование группы компетенций, касающихся способности к самообразованию в широком смысле слова и получению новых частных умений в краткие сроки при возникновении новых профессиональных задач.

**Понятие о критериях успешности профессиональной деятельности.** С точки зрения современных представлений основными критериями успешности профессиональной деятельности являются результативность подготовленного специалиста в его профессиональной функции и удовлетворенность работодателя. В практическом смысле успешную профессиональную деятельность можно выразить в следующих измеримых признаках:

1. Минимальное время вхождения специалиста в производственный процесс и быстрое усвоение служебных регламентов.
2. Решение нестандартных задач самостоятельно и в краткие сроки на основе профессионального взаимодействия с инфосферой.
3. Составление кратких содержательных и понятных отчетов по заданным тематикам.
4. Профессиональный рост на основе самообразования.
5. Профессиональная карьера, в том числе с расширением квалификации в области управления, менеджмента и маркетинга.

**Понятийная система основных образовательных сущностей.** Понятийная система образования включает два главных компонента: знание и контроль. Эти компоненты онтологически взаимосвязаны: «знание о знании» возможно получить только посредством испытания, т. е. контроля. По существу, мы получаем сведения не собственно о знании как «вещи в себе», а в виде реакции контрольной процедуры на комплексный объект исследования (студент с его свойствами). Следовательно, именно принципы и технологии контрольных операций определяют наше понимание знания и степень его объективности.

Что же представляет собой концепция контроля в существующей системе образования? Прежде всего надо заметить, что контроль производится непосредственно после окончания курса и осуществляется в следующих контрольных операциях: экзамен, зачет, тест, курсовая, дипломная работа. Следовательно, если контрольная операция осуществляется после окончания обучения, то и ее результаты являются непосредственными, т. е. относятся к моменту контроля.

Существенное влияние на проведение контрольной операции оказывает тот факт, что современное состояние библиотек эссе, курсовых и дипломных работ, доступных на коммерческой и свободной основе, таково, что любой студент имеет к ним неограниченный доступ, а реальная практика приемки и оценки оригинальности не выявляет неавторские работы. Следует сказать, что это явление носит международный характер и широко распространено также в лучших университетах Европы. Из сказанного следует, что указанные контрольные операции диагностируют вовсе не способность к написанию оригинального текста, а в лучшем случае способность к компиляции, в худшем – не более чем платежеспособность студента. О каких же знаниях получены сведения с помощью этих контрольных процедур?

Контрольные операции в виде экзамена, зачета или теста также оценивают знания в довольно узком понимании этого слова.

Зачет ставится за выполненную учебную нагрузку, т. е. студент присутствовал на занятиях, способен показать конспект и участвовал во всех организационных процедурах. Такая практика довольно распространена. Не рассматривая вопрос, насколько она целесообразна, оценим, что же диагностирует данная контрольная операция. Вероятно, прилежность и некие косвенные предпосылки к приобретению знания, основанные на парадигме «раз он тут сидел, наверное, что-то усвоил», т. е. ничего общего с каким-либо реальным понятием знания не предполагают.

Наконец, собственно экзамен в устной, письменной форме или в виде теста. В данном случае контрольная операция обеспечивает реальную диагностику некоторых текущих параметров, среди которых: набор знаний, сведений на момент окончания курса; способность к решению некоторых (обычно типовых) задач; с одной стороны, мы имеем в целом объективную оценку, с другой – надо констатировать, что объект диагностирования достаточно далек от цели образовательного процесса. Исследования динамики релаксации (диссипации) знания во времени говорят о том, что уже спустя несколько месяцев количество приобретенных знаний и умений снижается до 14–30 % от состояния на момент контроля, при этом наблюдается слабая корреляция между остаточным знанием и полученной на экзамене оценкой.

Таким образом, данный вид контрольной операции по существу диагностирует способности кратковременной памяти, что также не имеет существенной ценности для новых целей образовательного процесса.

С точки зрения анализа существующей парадигмы контроля интерес представляет требование «сдать смартфоны» (положение о сдаче курсовых экзаменов), учебники, конспекты, т. е. подчеркнута демонстрируется, что контролю подлежит память и ни в коем случае не способности студента к работе с информационной средой.

Резюмируя сказанное выше, отметим:

1. Существующее понятие о контроле не обеспечивает получение сведений о компетенциях специалиста в разрезе целей современного образовательного процесса, а именно «обеспечение успешности профессиональной деятельности».

2. Поскольку существующие контрольные операции выявляют разные свойства, не имеющие прямого отношения к категории «знание», само понятие «знание» фактически не актуализировано.

Таким образом, понятийная система образовательных сущностей нового поколения должна быть радикально модернизирована. Направления ее модификации можно сформулировать следующим образом:

1. Главным признаком знания является наличие понятийного каркаса дисциплин, обеспечивающего возможность оперирования с предметом в отдаленные сроки.

2. Практическая проекция знания выражается в способности восстановления сведений и умений в краткие сроки с использованием инфосферы.

3. Требования к контрольным операциям в новой системе приобретают иной смысл. В минимальной постановке диагностика распространяется на понятийный каркас предмета. Расширенный контроль должен быть направлен на диагностику способностей специалиста к восстановлению (реанимации) компетенций при полном доступе к инфосфере. В идеале данная контрольная операция должна быть отнесена на значительное время от окончания курса и проводиться без предварительной подготовки.

Предложенная модернизация понятийной системы «знания – контроль» должна обеспечить диагностику компетентностных свойств специалиста в соответствии с компетентностным пониманием цели образовательного процесса.

**Общие принципы стандартизации.** Формирование образовательных стандартов нового поколения должно основываться на нескольких принципах, которые позволят нивелировать характерные для существующих стандартов недостатки и обеспечат соответствие образовательных услуг требованиям современной экономики:

1. Стандарты должны основываться на новых представлениях о целях и задачах образования.

2. В стандартах нового поколения следует исключить характерные для существующих регулятивов формальные положения, канцеляризм и избыточные фрагменты, без которых можно обойтись.

3. В стандартах нового поколения следует исключить исторически сложившиеся противоречия с Болонской системой, другими международными регламентами инженерного образования, тем более что к этому нет никаких объективных препятствий.

4. Создание стандартов должно быть регламентировано, а инстанции, отвечающие за различные этапы, должны быть четко определены.

Поскольку современные стандарты имеют тенденцию к необоснованному увеличению объемов, пониженной читабельности, понятности и непротиворечивости, для стандартов нового поколения должны быть сформулированы требования краткости, конкретности, непротиворечивости и должного уровня языка изложения.

**Принципы образовательных технологий.** Образовательные технологии нового поколения должны соответствовать требованиям новых стандартов и ориентироваться на решение задач, обеспечивающих достижение поставленных целей. На данном уровне исследования нет необходимости детализировать возможные образовательные технологии. Следует только отметить, что все они должны соответствовать постановочной части стандартов, а именно: обеспечивать получение новой системы компетенций; формировать по каждой дисциплине устойчивый концептуально-понятийный каркас; способствовать выработке компетенций по созданию и исполнению регламентов; развивать способности взаимодействия специалиста с инфосферой, в частности способность к восстановлению знаний на основе понятийного каркаса; использовать новые подходы к контролю знаний.

\*\*\*

Таким образом, в системе инженерного образования нового поколения цели должны ориентироваться на обеспечение успешности профессиональной деятельности. При этом достижение целей опирается на формирование нового комплекса компетенций, основанного на взаимодействии с инфосферой, приобретении новых знаний и профессиональной работе с регламентами.

Критерии успешности профессиональной деятельности выражаются в быстром вхождении специалиста в производственный процесс, способности самостоятельно решать нестандартные задачи, создавать качественные отчеты, готовности к самообразованию и расширению квалификационных границ.

Понятийная система инженерного образования нового поколения должна рассматривать знания как наличие концептуально-понятийного каркаса предмета, способности восстановления сведений и умений вза-

имодействия с инфосферой. Контрольные операции должны быть направлены на диагностирование указанных свойств, предпочтительно в отдаленные сроки.

Стандарты нового поколения должны включать новые представления о целях. Формирование стандартов должно быть регламентировано и обеспечивать краткость, непротиворечивость, приемлемый уровень языка изложения.

Образовательные технологии в системе инженерного образования нового поколения должны обеспечить формирование понятийного каркаса дисциплин, компетенций по созданию и исполнению регламентов, получение навыков взаимодействия с инфосферой. Технология контроля должна диагностировать знания и компетенции в соответствии с новой понятийной системой.

#### Список использованных источников

1. Чучалин, А. И. Оценка компонентов учебных планов инженерных программ на соответствие рекомендациям CDIO-FCDI-FFCD Standards / А. И. Чучалин // Высшее образование в России. – 2020. – № 7. – С. 9–21.
2. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO / Э. Ф. Кроули [и др.]; пер. с англ. С. Рыбушкиной; под науч. ред. А. Чучалина. – М.: Изд. дом ВШЭ, 2015. – 504 с.
3. Серебрякова, Н. Г. Проектирование системы инженерного образования нового поколения / Н. Г. Серебрякова. – М.: Нар. образование. – 184 с.
4. Федин, В. Т. Диагностирование компетенций выпускников вузов: учеб.-метод. пособие / В. Т. Федин. – Минск: РИВШ, 2008. – 177 с.
5. Макаров, А. В. Компетентностный подход в инженерном образовании: международный и отечественный опыт: учеб. пособие / А. В. Макаров. – Минск: РИВШ, 2019. – 252 с.
6. Чучалин, А. И. Инженерное образование в эпоху индустриальной революции и цифровой экономики / А. И. Чучалин // Высшее образование в России. – 2018. – № 10. – С. 47–62.
7. Graham, R. The Global State of the Art in Engineering Education [Electronic resource] / R. Graham. – Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2018. – 170 p. – Mode of access: <https://rhgraham.org/resources/Global-state-of-the-art-in-engineering-education---March-2018.pdf>. – Date of access: 31.01.2023.
8. Рудской, А. И. Концепция ФГОС ВО четвертого поколения для инженерной области образования в контексте выполнения поручений Президента России / А. И. Рудской, А. И. Боровков, П. И. Романов // Высшее образование в России. – 2021. – № 4. – С. 73–85.

#### Аннотация

В статье исследуются концептуальные проблемы формирования системы инженерного образования нового поколения. Рассматривается понятийная система основных образовательных сущностей. Показано, что специфика современной инженерной деятельности требует пересмотра понятия инженерного знания в направлении формирования устойчивых концептуально-понятийных каркасов и развития навыков получения детализированной информации из инфосферы. Новые подходы к формированию системы инженерного образования затрагивают понятие о целях образовательной деятельности, критериях ее успешности, общие принципы стандартизации, а также принципиальные подходы к разработке образовательных технологий.

#### Abstract

The article is devoted to the study of the conceptual problems of the formation of a new generation engineering education system. The conceptual system of the main educational entities is considered. It is shown that the specificity of modern engineering activity requires a revision of the concept of engineering knowledge in the direction of the formation of stable conceptual frameworks and the development of skills for obtaining detailed information from the infosphere. New approaches to the formation of an engineering education system affect the concept of the goals of educational activities, the criteria for its success, the general principles of standardization, as well as fundamental approaches to the development of educational technologies.