

УДК 37.022

СТРУКТУРА ИНЖЕНЕРНОГО ЗНАНИЯ И КОНЦЕПТУАЛЬНО-ПОНЯТИЙНЫЙ КАРКАС УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Наталья Григорьевна Серебрякова,

заведующая кафедрой моделирования и проектирования, кандидат педагогических наук, доцент, Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Беларусь, электронная почта: serebryakova@tut.by

Андрей Петрович Мириленко,

доцент кафедры моделирования и проектирования, кандидат технических наук, доцент, БГАТУ, г. Минск, Беларусь

В статье рассматриваются принципиальные особенности современной инженерной деятельности и следующие из них новые требования к инженерному образованию. Приоритет процессов взаимодействия с инфосферой обусловил изменения концептуальных представлений об инженерном знании. Сформулировано понятие о концептуально-понятийном каркасе дисциплин, представляющем собой собственно инженерное знание и компетенции восстановления знания как сведений с использованием инфосферы. Дается понятие о качестве образования и контрольных образовательных операциях, ориентированных на диагностику усвоения понятийного каркаса и способностей восстановления технических сведений.

Ключевые слова: инженерная деятельность, инженерное образование, инфосфера, концептуально-понятийный каркас, учебная дисциплина.

Введение

Исследования в области инженерной педагогики преимущественно посвящены различного рода независимым частным проблемам, например методикам преподавания, соотношению фундаментального и прикладного, созданию социальных и культурологических концепций. В то же время в научной литературе практически отсутствуют работы, касающиеся концептуальных



решений для системы инженерного образования в целом, обеспечивающих единый логически обоснованный подход к формированию структуры образовательной модели, содержащей обоснованные цели, задачи и средства их достижения. В результате указанных обстоятельств на практике задача модернизации системы образования сводится к незначительным частным преобразованиям, приспособлению существующих подходов к новым условиям. В то же время принципиальные преобразования в технологическом укладе требуют адекватных изменений в системе образования.

Однако объективно необходимый «ароморфоз»¹ в инженерном образовании встречает ряд серьёзных препятствий. Формирование системы инженерного образования нового поколения потребует переосмысления всех компонентов и структур, включая понятийную систему, представление о целях и критериях достижения результата.

Особенности инженерной деятельности на современном этапе

История развития человеческой цивилизации неразрывно связана с развитием технологий, которые, в свою

очередь, формируют экономический уклад социума. Экономический уклад также проходит собственные траектории развития, характерной особенностью которых является неравномерность, выраженная в чередующихся этапах поступательного развития и периодах скачкообразного перехода на новый уровень. Надо признать, что экономический уклад является базисом, определяющим состояние общества, соответственно все функции социума так или иначе привязаны к экономике и в своём развитии если не повторяют, то отражают динамику технико-экономических процессов.

Современное состояние технико-экономического развития цивилизации соответствует переходному процессу от постиндустриального экономического уклада к некоторой новой фазе, которая в разных исследованиях получила различные названия и даже нумерацию². Однако понимание её существа до сих пор имеет предположительный характер. В то же время для целей нашего исследования достаточно перечислить характерные особенности переходного этапа, которые мы имеем возможность объективно наблюдать.

Вторая половина XX века и начало XXI века характеризуются ра-

¹ Ароморфоз (др.-греч. αἶρω «поднимаю» и μορφή «форма») — прогрессивное эволюционное изменение строения, приводящее к общему повышению уровня организации организмов. Ароморфоз — это расширение жизненных условий, связанное с усложнением организации и повышением жизнедеятельности.

² Шваб К. Четвёртая промышленная революция: [перевод с английского] / К. Шваб М.: Эксмо, 2016. 288 с.

Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом / Дж. Рифкин. Пер с англ. 4-е изд. М.: Альпина нон-фикшн, 2017. 410 с.

дикальными и масштабными изменениями в системе производства материальных благ, затронувшими все созидательные этапы от концептуальной идеи до сопровождения изделия. Основной чертой преобразования является использование на всех этапах автоматизированных компьютерных систем и цифровых технологий.

Существо и масштабы современных преобразований экономики указывают на процесс смены экономического уклада, в результате которого участие человека вытесняется из процессов производства материальных благ в функции созидания и управления, основанные на быстроразвивающихся цифровых и информационных технологиях.

Изменение функциональной нагрузки участника производства материальных благ привело к изменению качественного состава инженерной деятельности, в котором преобладают новые методы, средства и возможности.

Инженерная деятельность на современном этапе характеризуется следующими сущностными признаками:

- смещением функциональных обязанностей в направлении созидания и управления;
- повсеместным применением в производственных процессах цифровых и информационных технологий;
- сокращением периода смены и обновления технологий и инструментария;

- прогрессирующим увеличением объёма информации, вовлечённой в экономические процессы;

- развитием и быстрым обновлением средств доступа к информации и работы с ней;

- обязательными требованиями к постоянному обучению и расширению инженерных знаний.

Следствия в отношении инженерного образования

Взаимоотношения человека и технико-экономического организма имеют двусторонний характер. С одной стороны, именно человек (во всяком случае до сих пор) осуществляет созидательную деятельность, результатом которой является техническое развитие. Но в то же время человек является средством функционирования технико-экономического механизма. Более того, объективно он является лишь одним из средств, необходимых для функционирования экономической системы. В математической модели экономики человеческий ресурс будет одним из однородных компонентов, таких как сырьевые, материальные или финансовые ресурсы. Соответственно, свойства ресурса определяются вовсе не его внутренними процессами или предпочтениями, а необходимостью, связанной с исполнением соответствующей функции в целостном организме экономики.

Комплекс перечисленных выше признаков, характеризующий современ-



менную инженерную деятельность, говорит о радикальном изменении не только её содержания, но также о новых требованиях к специалисту, набору и характеру его компетенций, и даже о новом понимании инженерных знаний, умений и способов их развития. Но человеческий и, в частности, инженерный ресурс, в свою очередь, является продуктом создающей его системы — инженерного образования. Таким образом, качественные изменения характера современной инженерной деятельности требуют соответствующих изменений в инженерном образовании. И если на этапах поступательного развития следующее за инженерной деятельностью инженерное образование может ограничиться также поступательной модификацией, то на этапах переходных процессов требуется его коренное преобразование. При этом целеустановки будут определяться новыми требованиями технико-экономической системы, а средства реализации — новыми средствами профессиональной деятельности и новыми возможностями педагогических технологий.

Современная структура инженерного знания

Как бы странно это ни звучало, но такое фундаментальное понятие, как знание, является одним из наиболее неопределённых и субъективных. Обратившись к словарям, мы увидим такие толкования: «Зна-

ние — это объективная реальность, данная в сознании человека, который в своей мыследеятельности отражает, идеально воспроизводит объективные закономерные связи реального мира» или: «Результат познания, который можно логически или фактически обосновать и эмпирически или практически проверить». Согласно распространённой трактовке современной эпистемологии, знание — это реальное положение дел, обоснованное фактами и рациональными аргументами убеждение человека³. Опуская критический разбор определений, отметим лишь совершенную их непригодность для описания процесса, происходящего в образовании, и функций продукта образования в созидательной практике. Возможно, сомнения в качестве приведённых формул объясняются некоторыми объективными препятствиями, связанными с внутренним свойством «невыразимости» понятия.

В то же время в рамках нашего исследования можно применить некоторые упрощения. Во-первых, нас будет интересовать только узкая область инженерного знания. Во-вторых, инженерное знание мы будем рассматривать исключительно в практическом разрезе успешной профессиональной деятельности. Наконец, в методологическом плане мы можем отказаться от необходимос-

³ Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество: опыт социального прогнозирования / Даниел Белл; Пер. с англ. под ред. В.Л. Иноземцева. Москва: Academia. 783 с.

ти создания единой формулы и заменить её перечислениями свойств и признаков.

Наиболее общие свойства инженерного знания можно описать следующим набором признаков:

- является информацией или связано с информацией;
- принадлежит к внутренним свойствам (механизмам) человека (то есть книга или компьютер явно в него не включаются);
- обеспечивает успешность профессиональной деятельности инженера в части, зависящей от человека.

Анализируя общие признаки, мы неизбежно приходим к выводу, что знание содержит не только информацию, но и средства обращения с ней. Можно провести аналогию с базами данных, в которых существует массив информации и независимо существует система управления, включающая функции занесения информации, её редактирования и извлечения. Вероятно, подобной мотивацией руководствовались создатели современной образовательной системы, вводя понятие компетенции как некоторого совокупного свойства, включающего знание и способность его применения.

Практические умения не относятся к предметам нашего рассмотрения, поэтому остановимся на составляющей знания. В первую очередь нас будет интересовать, насколько разнородным и как именно структурированным оно является. В качестве

наиболее однородных примеров знания можно привести кулинарные записки, где кванты информации последовательны и не связаны между собой. Первым уровнем структуризации знания будут разного рода глоссарии — энциклопедии или телефонные справочники, в которых информационные блоки выстроены по алфавиту. И сразу же заметим, что этот приём относится не собственно к информации, а к системе управления ею. Действительно, понятие о некоторой кулебяке легче получить из выстроенной по алфавиту энциклопедии, чем из неструктурированных кулинарных записок.

Следующий шаг структуризации знания основан на принципе, который в общем случае можно определить как «таксономический словарь» — древовидная структура терминов (или разделов). В практическом выражении это разного рода классификации и оглавления. Открыв оглавление произвольного учебника, мы увидим структуру дисциплины, причём в той степени детализации, которую счёл необходимым показать автор. Здесь можно заметить, что структуризация изложения может быть различной, содержать значительную долю субъективности и, что самое важное, может различным образом способствовать успеху достижения цели. Интересно также и то, что не существует (или они нам неизвестны) общих правил структуризации изложения, то есть при создании учебника главную роль



в создании системы (в соответствии с требованием учебной программы дисциплины) играют авторские предпочтения. Аналогичная разновариантность структуры возможна в классификациях. В качестве примера можно взять классификации химически элементов, которых до таблицы Менделеева было множество. Заметим, что все они «основывались на фактах и рациональных аргументах» и претендовали на «воспроизведение объективных связей реального мира». Однако в научном знании осталась только таблица Менделеева. Здесь мы видим, что в структурировании знания важны не только качество изложения и удобство пользования, но прежде всего — соответствие сущностной структуре реальности.

Следует констатировать, что до настоящего времени знание в качестве продукта образования понимается как набор усвоенных информационных блоков, уложенных в ту или иную структуру или классификацию, а его расширенные возможности связаны с доступом к библиотечным информационным массивам. Соответственно, инженерное образование направлено на обеспечение специалистов знанием именно в понимании находящихся в памяти информационных структур. На это направлен учебный процесс и контрольные операции.

Однако, по нашему мнению, современная технико-экономическая реальность требует радикального пересмотра самого понятия знания,

во всяком случае инженерного знания. Это обусловлено двумя обстоятельствами:

- стремительно меняется состав и количество информации;
- многократно возросла скорость доступа к внешним информационным массивам.

В результате указанных процессов, с одной стороны, специалисту стало затруднительно с необходимой скоростью наращивать и актуализировать находящуюся в памяти информацию, с другой стороны — возможности динамического доступа к информации снизили практическую ценность содержания в памяти больших массивов информации. Аналогично доступность калькулятора радикально снизила ценность способности счёта «в уме».

Новое понятие инженерного знания должно соответствовать новой реальности и в то же время соответствовать несколько не изменившемуся общему свойству — обеспечивать успешность профессиональной деятельности инженера. Отсюда с неизбежностью следуют выводы:

1) нет необходимости хранения в долговременной памяти больших объёмов информации;

2) содержащаяся в долговременной памяти информация должна быть специальным образом спроектирована для достижения максимальной эффективности;

3) второй составляющей знания должно быть знание-умение динами-

ческого получения детализированной информации из мировой информационной системы.

Первый тезис не только освобождает от необходимости массового запоминания, но и подчёркивает, что важными являются только долгосрочные знания. Второй тезис утверждает необходимость специального подхода к этому «малому знанию». Он должен включать не избранные сведения, а средства поддержки всей информационной системы предмета.

В приложении к образовательному процессу структуру инженерного знания, приобретённого в результате изучения дисциплин, можно разделить на две принципиально разные составляющие.

1. Структура знания, которую мы называли концептуально-понятийный каркас предмета (КПК).

2. Содержательные компоненты, которые можно охарактеризовать как сведения.

Если понятие содержательных компонентов не требует специального описания, то КПК является новым объектом и требует определения.

Концептуально-понятийный каркас предмета

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. Возможно, к КПК также примыкают основные алгоритмы решения задач.

Создание КПК 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 учениками.

На наш взгляд, основная проблема сохранения знаний связана не только и не столько с тем, в каком объёме они приобретены, но большей частью с тем, насколько быстро они «рассеиваются» во времени. Есть основания предполагать, что «скорость полураспада» знаний совершенно различна для этих двух составляющих. Для содержательных сведений параметр затухания исчисляется месяцами, а то и неделями, в то время как качественно сформированный понятийный каркас предмета может оставаться устойчивым годами. Исследования динамики релаксации (диссипации) знания во времени⁴ говорят о том, что спустя уже несколько месяцев количество приобретённых знаний и умений снижается

⁴ Знание как предмет эпистемологии / Рос. акад. наук, Ин-т философии; Отв. ред. В.А. Лекторский. М.: ИФ РАН, 2011. 223 с.



до 14–30% от состояния на момент контроля, при этом наблюдается слабая корреляция между остаточным знанием и полученной на экзамене оценкой.

Нужно также учесть, что при практической инженерной деятельности содержательные сведения в целом имеют весьма ограниченную ценность. Во всяком случае при необходимости они могут быть достаточно быстро 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 надо отметить, что понятийный каркас должен формироваться в процессе университетского образования, поскольку его самостоятельное приобретение, даже с использованием инфосферы, весьма затруднительно.

Таким образом, можно сделать вывод, что с точки зрения обеспечения специалиста знаниями главная задача университетского образования — формирование устойчивых полных и правдоподобных КПК дисциплин. 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, которое потребовало бы немедленно 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.

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Инженерная деятельность на современном этапе основана на информации, характеризуется высокой скоростью и изменениями в инженерном знании.

2. Инженерное образование должно соответствовать темпам изменения инженерной деятельности и готовить специалистов, владеющих инженерным знанием в актуальном понимании.

3. Понятийная система инженерного образования нового поколения должна рассматривать знание как сохранение в долгосрочной памяти концептуально-понятийного каркаса предмета и наличие способности восстановления сведений при взаимодействии с инфосферой.

4. Образовательный процесс должен быть направлен на формирование знания в соответствии с новой концепцией.

5. Понятие о качестве образования и контрольные образовательные операции должны быть ориентированы на диагностику усвоения понятийного каркаса и способностей восстановления технических сведений.

Концепция инженерного образования нового поколения

Концепция новой модели должна описывать основные принципиальные свойства системы, обуславливающие получение ожидаемого результата. 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 цели образования в самом общем виде. Собственно они и называются «Общие цели подготовки специалистов». Формулировки имеют следующий формат: «цели подготовки — формирование компетенции для решения профессиональных задач». Ещё более общий формат выглядит так: «формирование компетенций для работы в области...», то есть формула цели имеет скорее идеологическую, нежели практическую нагрузку.

В то же время анализ современной инженерной деятельности

и международных образовательных стандартов говорит 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 компетентностного подхода, но и формировать конкретные измеримые требования.

Таким образом, цели инженерного образования должны быть связаны с подготовкой специалистов, соответствующих потребностям работодателя. А это соответствие обеспечивается правильно сформированными компетентностными свойствами специалиста.

Закономерно возникает вопрос: 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 компетентностного пула в соответствии с запросами наиболее продвинутой части типового работодателя.

Анализ общих потребностей современного работодателя говорит 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 основным критерием успешности профессиональной деятельности является результативность подготовленного специалиста в его профессиональной функции и, соответственно, удовлетворённость 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 отчётов по заданным тематикам.

4. Профессиональный рост на основе самообразования.

5. Профессиональная карьера, в том числе с расширением квалификации в область управления, менеджмента и маркетинга.

Понятийная система основных образовательных сущностей. Основа понятийной системы образования включает два главных компонента: знание и контроль.

Эти компоненты онтологически взаимосвязаны. А именно: «знание о знании» можно получить только посредством испытания, то есть 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 формах:

- экзамен;
- зачёт;
- тест;
- курсовая работа;
- дипломная работа.

Следовательно, если контрольная операция осуществляется по окончании обучения, то и её результаты яв-

ляются непосредственными, то есть относятся к моменту контроля.

Значительное 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 приёмки 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 выше 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 платёжеспособность студента. О каких же знаниях получены сведения с помощью этих контрольных процедур?

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

Зачёт ставится за «выполненную учебную нагрузку», то есть 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. Вероят-

но, прилежность и некие косвенные предпосылки к приобретению знания, основанные на парадигме «раз он тут сидел, наверное, что-то усвоил», то есть ничего общего с каким-либо реальным понятием знания не предполагает.

Наконец, собственно экзамен в устной, письменной форме или в виде теста. В данном случае контрольная операция обеспечивает реальную диагностику некоторых текущих параметров, а именно, набора знаний, сведений на момент окончания курса (а) и способность к решению некоторых, обычно типовых, задач (б).

С одной стороны, мы имеем в целом объективную оценку, с другой стороны, надо констатировать, что объект диагностирования достаточно далёк от цели образовательного процесса.

Таким образом, надо констатировать, что 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 особый интерес представляет требование (положение о сдаче курсовых экзаменов) «сдать смартфоны», учебники, конспекты, то есть подчеркнуть демонстрируется, что контролю подлежит память и ни в коем случае не способности студента к работе с информационной средой.



Резюмируя положения раздела, можно сказать:

- существующее понятие о контроле ни в коем случае не обеспечивает получение сведений о компетенциях специалиста в разрезе целей современного образовательного процесса, а именно «обеспечение успешности профессиональной деятельности»;
- в силу того что существующие контрольные операции выявляют разного рода свойства, не имеющие прямого отношения собственно к категории «знание», само понятие «знание» фактически не актуализировано.

Таким образом, понятийная система образовательных сущностей нового поколения должна быть радикально модернизирована.

Главным признаком знания является наличие понятийного каркаса дисциплин, обеспечивающего возможность оперирования с предметом в отдалённые сроки. Практическая проекция знания выражается в способности восстановления сведений и умений в краткие сроки с использованием инфосферы.

Соответственно, 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 дан-

ная контрольная операция должна быть отнесена на значительное время от окончания курса и проводиться без предварительной подготовки.

Предложенная модернизация понятийной системы «знания — контроль» во всяком случае 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, канцеляризмы 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 в достаточной степени регла-

ментировано, а инстанции, отвечающие за различные этапы, должны быть чётко определены.

5. В силу того что современные стандарты имеют тенденцию к необоснованному увеличению объёмов, 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, обеспечивать 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:

1) обеспечивать получение новой системы компетенций;

2) формировать по каждой дисциплине устойчивый концептуально-понятийный каркас;

3) способствовать выработке компетенций по созданию и исполнению регламентов;

4) развивать способности взаимодействия специалиста с инфосферой. В частности, способность к восстановлению знаний на основе понятийного каркаса;

5) использовать новые подходы к контролю знаний.

Выводы

1. 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.

2. Критерии успешности профессиональной деятельности выражаются в быстром вхождении специалиста в производственный процесс, способности самостоятельного решения нестандартных задач, создании качественных отчётов, готовности к самообразованию и расширению квалификационных границ.

3. Понятийная система инженерного образования нового поколения должна рассматривать знания как наличие концептуально-понятийного каркаса предмета, способности восстановления сведений и умений взаимодействия с инфосферой. Контрольные операции должны быть направлены на диагностирование указанных свойств, предпочтительно в отдалённые сроки.

4. Стандарты нового поколения должны включать новые представления о целях. Формирование стандартов должно быть в достаточной степени регламентировано и обеспечивать



краткость, непротиворечивость, приемлемый уровень языка изложения.

5. 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.

Литература

1. Шваб К. Четвёртая промышленная революция: [перевод с английского] / К. Шваб М.: Эксмо, 2016. 288 с.
2. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом / Дж. Рифкин; Пер с англ. 4-е изд. М.: Альпина нон-фикшн, 2017. 410 с.
3. Кондратьев Н.Д. Большие циклы экономической конъюнктуры: Доклад // Проблемы экономической динамики / Н.Д. Кондратьев. М.: Экономика, 1989. 523 с.
4. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество: опыт социального прогнозирования / Даниел Белл. Пер. с англ. под ред. В.Л. Иноземцева. М.: Academia. 783 с.
5. Знание как предмет эпистемологии / Рос. акад. наук, Ин-т философии; Отв. ред. В.А. Лекторский. М.: ИФ РАН, 2011. 223 с.
6. Фуко М. Археология знания / М. Фуко. Изд. 3-е, стер. СПб: ИЦ «Гуманитарная академия», 2020. 416 с.
7. Милль Дж.С. Система логики силлогистической и индуктивной: изложение принципов доказательства в связи с методами научного исследования / Дж.Ст. Милль Изд. 5-е, испр. и доп. Москва: URSS, 2011. 828 с.
8. Холодная М.А. Психология понятийного мышления: от концептуальных структур к понятийным способностям. М.: Институт психологии РАН, 2012. 288 с.
9. Пономарев Я.А. Знания, мышление и умственное развитие / Я.А. Пономарев. М.: Просвещение, 1967. 264 с.

THE STRUCTURE OF ENGINEERING KNOWLEDGE AND THE CONCEPTUAL FRAMEWORK OF THE DISCIPLINE

Natalya G. Serebryakova, Head of the Department of Modeling and Design, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Republic of Belarus, Minsk, serebryakova@tut.by

Andrey P. Mirilenko, Associate Professor of the Department of Modeling and Design, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. Belarusian State Agrarian Technical University, Republic of Belarus, Minsk

Abstract. The article discusses the fundamental features of modern engineering activity and the following new requirements for engineering education. The priority of the processes of interaction with the infosphere has led to changes in the conceptual concepts of engineering knowledge. The concept of a conceptual framework of disciplines is formulated, which is actually engineering knowledge and the competence to restore knowledge as information using the infosphere. The concept of the quality of education and control educational operations should be focused on the diagnosis of the assimilation of the conceptual framework and the ability to restore technical information.

Keywords: engineering activity, engineering education, foreign sphere, conceptual framework, academic discipline