



К.А. Капитонова

УДК 378:62

О центральной проблеме инженерного образования в машиностроении

Рыбинский государственный авиационный технологический университет
К.А. Капитонова

В работе рассмотрены необходимость и возможность формирования системной модели механизма как основы реорганизации учебного процесса для подготовки инженеров в машиностроении.

Ключевые слова: механизм, функция, структура, предмет учебного исследования.
Key words: mechanism, function, structure, subject of apprenticeship research.

За многие годы реформирования образования в стране специалистами в философии, психологии, педагогике и информатике проделана огромная работа по принципиальным вопросам методологии и технологии образования, в том числе – при профессиональной подготовке инженеров. Вместе с тем, широчайшее обсуждение проблем инженерного образования, практически не касается вопросов его **профессионального содержания**. Вырастить профессионала вне профессиональных знаний и предметной сферы в отрасли техники невозможно. Кроме того, содержание и организация учебного материала определяет интенсивность и качество учебного процесса, а также – опережающий характер подготовки специалиста. Фундаментом для организации учебного процесса при современных познавательных технологиях должна быть современная система знаний в отрасли.

В содержании инженерного знания по любой специальности могут быть выделены две основные составляющие: сам технический **объект** в отрасли (в машиностроении на начальных ступенях – механизм) и **процесс** его создания. Эффективность профессиональной подготовки инженера определяется, в первую очередь, составом и структурой базовых представлений об объекте изучения, то есть принятой исходной моделью объекта. Принятая модель знания о техниче-

ском объекте отрасли определяет предмет образовательного процесса при подготовке инженера [1].

Этап формирования исходной модели и знание в некоторой технической отрасли, сложившееся на сегодня, могут быть разделены существенным отрезком времени. При гармоничном развитии техники ее достижения могут быть использованы (в условиях обратной связи) для непрерывной корректировки исходных представлений. В реальных процессах развития технических знаний такой корректировки не происходит. Устаревание базовых представлений об объекте, их несоответствие возможностям современных когнитивных и информационных технологий, характерно в той или иной степени для всех отраслей промышленности, в зависимости от их возраста. Машиностроение – одна из старейших ветвей техники и потому особенно иллюстративна.

Базовые представления о машинах и механизмах в России сложились в своей дисциплинарной основе, к концу XIX века. В качестве основополагающих дисциплин профессионального образования на начальном этапе были приняты: «Начертательная геометрия и графика», «Теоретическая механика», «Сопроотивление материалов», «Теория механизмов и машин», «Детали машин», «Материаловедение» и другие. На начальном этапе инженерного образования боль-

шое значение придавалось вопросам теории. Теоретические основы учебной дисциплины излагались с целью формирования абстрактного мышления у будущих специалистов. В последующем развитии знание в отрасли совершенствовалось в рамках дисциплин, и возникали новые дисциплины. Например, «Допуски и посадки» – дисциплина, связанная с вопросами точности размеров деталей; дисциплины, связанные с вопросами трения. И множество других. На рубеже XIX и XX веков возникла [2] долгосрочная тенденция к развитию прикладной, промышленно-организованной науки. На последующих этапах развития (в соответствии с мировой тенденцией нарастающего прагматизма ученых [3] или экономоцентризма [4]) знание в отрасли прирастало, в основном, за счет частных научных результатов от конкретных прикладных работ. Задача формирования системы знаний перед наукой отрасли не ставилась. Сегодня знание о механизмах и машинах представляет собой огромную массу конкретной, малоупорядоченной информации. При этом объем информации нарастает лавинообразно. В этой ситуации систематизация знаний, их научное структурирование становится актуальнейшей проблемой образования. Эта общая проблема формулируется сегодня в более узком варианте – как проблема преодоления междисциплинарных границ. Вместе с тем за основу действующих в машиностроении образовательных стандартов, регламентирующих содержание подготовки инженеров, (например [5]), принято именно дисциплинарное знание, сложившееся исторически.

Более узкая постановка общей задачи вызывает попытки частных решений. Так, учебники общепрофессиональных дисциплин: «Теоретическая механика», «Сопроотивление материалов» и «Детали механизмов и машин» формально объединены одной обложкой с названием «Техническая механика» [6]. Отдельные дисциплины при этом рассматриваются

как разделы единого учебника. Учебное пособие с тем же названием [7] содержит разделы: «Основы теории механизмов и машин», «Сопроотивление материалов» и «Детали машин и основы конструирования». Вопросы точности машин, механизмов и их деталей рассматриваются сегодня в отдельной дисциплине, вне связи с вопросами обеспечения функционирования механизма. Например, в учебнике «Метрология, стандартизация и сертификация» [8]. При этом раздел, посвященный вопросам точности механизмов, обозначен как «Основы взаимозаменяемости». Такой заголовок отражает ситуацию первых пятилеток, когда взаимозаменяемость была главным требованием к точности изделий при развитии массового производства на этапе индустриализации страны. Современное системное знание предполагает функционально-структурные модели технических устройств, в которых точность является одной из неотъемлемых и важнейших характеристик рабочего процесса механизма. Так как погрешность величиной в сотые и тысячные доли миллиметра может привести к разрушению всей машины. Первоочередной задачей науки о точности в машиностроении является оптимальное (с точки зрения работы механизма и экономики) нормирование точности параметров деталей при конструировании изделий. Для преодоления междисциплинарных границ предложено также [9] неформальное (с обещанием выработки общих понятий) объединение двух близких по содержанию дисциплин «Теория механизмов и машин» и «Детали машин» в курс «Теоретические основы машиноведения». Такое решение можно считать полумерой, не решающей проблему в целом, хотя оно требует определенных материальных затрат и времени. Рассматриваются также (например, работа [10]) возможности синергетики для формирования структуры знаний в образовании. Однако такой современный подход не снимает задачи более глубокого иссле-

дования изучаемых объектов на уровне логического мышления, связанного с развитием когнитивных способностей учащихся.

В разделе «Необходимость пересмотра содержания общенаучных и общетехнических дисциплин» работы [11] указывается на отставание базовых представлений от современной практики, особенно в конструкторско-технологической подготовке инженеров. В работе [12] отмечается, что в действующих образовательных стандартах матрица соответствия компетенций специалистов разделам учебного материала основана на дисциплинарной исходной структуре знаний. При этом сами компетенции в матрице соответствий формируются хаотично, вне целенаправленной и последовательной организации учебного процесса. Автор работы предлагает отказаться от матрицы соответствия и за основу построения содержания образования принять деятельностную логику организации учебного процесса. Можно отметить также, что дробление компетенций и создание междисциплинарных модулей, принятое в стандартах, повышает степень хаотичности содержания и организации учебного процесса.

Разделение основополагающих представлений о механизмах и машинах по отдельным дисциплинам привело к тому, что понятийный аппарат отрасли не сформировался в целом. То есть предмет учебного процесса в машиностроении не определен как целое и сегодня не существует единой модели механизма. В этой ситуации студенту предоставляется самому выстраивать единое «дерево» представлений в профессии [1]. Задача, с которой до сих пор не справилась в машиностроении вся отраслевая наука.

В этой ситуации, очевидно, нужно вернуться к началам науки и пересмотреть базовые представления об объекте в отрасли с точки зрения современных возможностей его определения. При этом первоочередной (по смыслу – центральной) задачей реорганизации

профессионального учебного процесса можно считать разработку современной модели механизма. Общая необходимость создания новых моделей реальности, более соответствующих возможностям современных когнитивных и информационных технологий, отмечается и в самой науке об информации – информатике [13].

Задаче разработки единой модели механизма посвящена работа [14]. В результате исследования предложена функционально-структурная (системная) модель механизма и на ее основе – схема учебного процесса базового курса «Принципы устройства и работы механизмов».

В функционально-структурной модели механизм рассмотрен как система цепей контактных взаимодействий деталей, реализующая его функцию. Основная функциональная цепь механизма, связывающая его «вход» и «выход», а также последовательность производных функциональных цепей различных рядков образуют единую структуру. При этом любая цепь или ее фрагмент могут быть рассмотрены на основе моделей разной полноты: размерной, статической, кинематической, динамической и стохастической. Кроме того, может быть выявлена единая рабочая структура – цепь «механизм – деталь – поверхность», позволяющая определять принципиальные схемы работы деталей и их поверхностей в реальных условиях. Представление о цепи «механизм – деталь – поверхность» согласуется с понятием о единой приведенной ошибке механизма, принятым в работе [15].

На основе принятой системной модели механизма разделы учебного материала базового курса сформированы в соответствии со структурными группами системы. С первых дней в вузе предполагается практическое учебное исследование структур механизмов (на реальных образцах, макетах, 3D-изображениях). Такая организация учебного материала дает студенту возможность

уже на начальном этапе обучения видеть поле профессиональных знаний в целом. А также – определять практические проблемы следующего порядка.

Исследование взаимодействия твердых тел в механизме в учебном процессе может быть дополнено, в рамках принятой общей структуры, изучением взаимодействий твердых тел с жидкими, газообразными, сыпучими и другими телами в машинах. Такое дополнение позволит последовательно перейти от модели механизма к более сложной модели машины. Процесс создания и работы машин (конструкторское и технологическое проектирование, изготовление, контроль, эксплуатация) предлагается изучать в соответствии с порядком сложившихся реальных процедур. Этапы и процедуры этого процесса следует предлагать необходимым и достаточным теоретическим обоснованием. Такая параллельная связь теории и практики способствует более глубокому пониманию сути процедур и интенсификации учебного процесса.

Принятая система представлений позволяет произвести исчерпывающий структурный анализ механизма, то есть проследить связи любой поверхности любой детали с любой поверхностью любой другой детали и, главное, с функцией механизма. Такие возможности в машиностроении сегодня некоторыми специалистами считаются избыточными – практикой отрасли уже наработано огромное количество типовых решений для конструкторских и технологических ситуаций. Однако, с точки зрения организации и формализации знаний, а также применения информационных технологий, принятые представления дают новые большие возможности для практики машиностроения. В частности, для обоснования оптимальных норм точности размеров деталей, развития модульных технологий на основе типовых рабочих структур деталей и их поверхностей и т.д.

Функционально-структурная схема

механизма может также служить основой для совершенствования учебного процесса при подготовке инженеров в области машиностроения. Схема учебного процесса, предлагаемая авторами работы [14] предполагает практическое освоение профессии с первых дней в вузе, не предметную, но деятельностную форму освоения профессии, органическое решение большинства проблем профессионального образования в отрасли: практико-ориентированное, проблемно-ориентированное, развивающее, опережающее обучение и ряд других требований к современному учебному процессу.

Автор отдает себе отчет в том, что реальная системная организация учебного процесса требует работы многих независимых специалистов разного профиля. В первую очередь необходимо обсудить возможности и варианты предлагаемой модели в сообществе профессионалов, непосредственно работающих в учебном процессе. Таким оптимальным сообществом, по мнению автора, могут быть преподаватели вузов, собираемые на факультетах повышения квалификации. Преимуществом такого «методического совета» является широкий «спектр» профессионалов-практиков и их квалифицированных взглядов на проблему. Важна также относительная независимость ученых-педагогов от их руководства и диктата властных структур. С учетом внесенных замечаний и предложений будет возможно организовать, на начальном этапе преобразования, учебный процесс для нескольких экспериментальных групп в ведущих вузах страны.

Таким образом, можно заключить, что

- ключевой проблемой на современном этапе реформирования профессионального образования в машиностроении является определение предмета изучения в отрасли – создание современной системной модели механизма;

- возможная системная организация учебного процесса может служить основой для решения большинства указанных в литературе проблем реформы профессионального образования в отрасли (на всех его уровнях);
- качество базовой модели объекта в отрасли связано также с возможностями развития информационных технологий в отрасли, с экологией сферы знаний, а также – сбережением интеллектуального труда учашихся и работающих специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карякин Ю.В. О предстоящем фундаментальном преобразовании будущего образа отечественного образования // Alma-mater. – 2014. – № 1. – С. 28-31.
2. Сапрыкин Д.А. Инженерное образование в России: история, концепции, перспективы // Высшее образование в России. – 2012. – № 1. – С. 125-137.
3. Водопьянова Е. и др. Другая наука. Заказ инновационного общества // Свободная мысль. – 2007. – № 4. – С. 126-140.
4. Овчинников Г.К. К вопросу стратегии развития высшего образования // Alma-mater. – 2013. – № 1, С. 13-4.
5. ФГОС ВПО по направлению подготовки конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства. Для бакалавров. № 151900.
6. Мовнин М.С. Основы технической механики: Учебник для вузов / 6-е изд. – СПб.: Политехника. – 2013. – 286 с.
7. В.А. Волосухин и др. Техническая механика: Учебное пособие для вузов / М.: РИОР: ИНФРА-М, 2011. – 384 с.
8. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. – СПб.: Питер. – 2013. – 496 с.
9. Гутьря С.С. Развитие курса «Детали машин» в русле задач современного машиностроения // Тр. Всероссийской научно-технической конференции «Машиноведение и детали машин». – М.: МГТУ им. Баумана, 2008. – С. 244-248.
10. Дивисилов В.А. Синергизм и трансдисциплинарность в образовании. Alma-mater. – 2013. – №-2. – С. 95-97.
11. Зубарев Ю.М. Модернизация машиностроения зависит от уровня подготовки специалистов. // Высшее образование сегодня. – 2011. – № 5. – С. 5-9.
12. Соснин Н.В. О структуре обучения в компетентностной модели // Высшее образование в России. – 2013. – № 1. – С. 20-23.
13. Колин К.К. Философия информации и фундаментальные проблемы современной информатики // Alma mater. – 2010. – № 1. – С. 29-31.
14. К.А. Капитонова, А.И. Гуревич Структура базовых представлений и содержание профессионального образования в машиностроении // Научно-методическое пособие. – Рыбинск. – 2010. – 46 с. Электронный вариант: [URL]: <http://web.snauka.ru/issues/2012/07/15822>.
15. Калашников Н.А. Основы теории реальных механизмов и их приложение на практике. – М. ЦНИИТМАШ, 1942. – 130 с.

Императив интеллектуализации и наращивания
общей культуры инженерных кадров

Южно-Уральский государственный университет (НИУ)
В.В. Лихолетов

Анализируются причины торможения инноваций в стране, снижения общей культуры инженеров и качества их подготовки. Рассмотрены пути формирования личности инженера будущего на базе отечественного опыта и современного инструментария ТРИЗ.

Ключевые слова: критические технологии, изобретательство, интеллектуальная собственность, решение нестандартных задач, целостность человека, общая культура, «формальное» и «неформальное» образование, опыт подготовки инженеров в России, инструменты ТРИЗ, трансферт знаний.

Key words: critical technologies, invention, intelligent property, solution of non-standard problems, the integrity of a person, a common culture, «official» and «unofficial» education, experience of engineers' training in Russia, the TIPS tools, knowledge transfer.

Россия нуждается в «новой индустриализации», а она тесно связана с кардинальным улучшением качества подготовки инженеров. Задачи перед инженерным корпусом страны стоят серьезные. Для этого достаточно взглянуть на обширный список критических технологий (табл. 1).

Если в 1996 г. их перечень включал 70 пунктов, сгруппированных в 7 блоков (информационные технологии и электроника, производственные технологии, новые материалы и химические продукты, технологии живых систем, транспорт, топливо и энергетика, экология и рациональное природопользование), то к 2002 г. он содержал 52 пункта, сгруппированных в алфавитном порядке. В 2006 г. перечень был сокращен до 34 пунктов, а перечень 2008 г. пополнился по сравнению с предыдущим пунктом «Технологии производства металлов и сплавов со специальными свойствами, используемых при производстве вооружения и военной техники». Позже, в 2011 г., приоритетными стали 8 направлений: безопасность и противодействие терроризму; индустрия наносистем; информационно-

коммуникационные системы; науки о жизни; перспективные виды вооружения, военной и специальной техники; рациональное природопользование; транспортные и космические системы; энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика. Число технологий достигло минимума – 27, в перечне впервые появились когнитивные технологии.

Затем в 2012 г. перечень вновь вырос до 38 пунктов. Отдельно выделены технологии поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения и защиты информации. К 2013 г. перечень дополнен пунктами: технологии криобиологии; разработки и производства иммунобиологических лекарственных препаратов; тканевые, клеточные репродуктивные технологии в медицине и ветеринарии; технологии геномной инженерии.

Анализ изменений порождает выводы:

1) в числе приоритетных нет: электроники, производственных и авиационных технологий; экологии, наноматериалов, новых материалов и химических технологий;



В.В. Лихолетов