

**И.А. Ильяев, А.М. Шуйцев, И.А. Торопцев**

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНСТРУКТОРОВ**

Рассматривается проблема формирования у студентов, обучающихся по направлению «Техническая физика», необходимых компетенций на основе творческих заданий с применением конструкторов.

*компетенция, исследовательское задание, конструкторское задание, экспериментальная учебная установка, сервопривод, рабочий инструмент.*

Развитие творческих способностей студентов является одним из важнейших элементов их профессиональной подготовки. Поэтому внимание к качеству учебно- и научно-исследовательской работы студентов в вузах по-прежнему велико. Внимание к вопросам качества объясняется тем, что главным в оценке эффективности образования считается не планирование и организация учебного процесса, а его результаты: знания, умения и практический опыт, полученные в том числе в ходе самообразования.

Отличительной особенностью государственного образовательного стандарта нового поколения является оценка степени подготовки выпускника по уровню его компетентности к будущей профессиональной деятельности. Студент, обучающийся по направлению «Техническая физика», согласно стандарту<sup>1</sup>, должен овладеть следующими компетенциями:

- способность творчески подходить к решению любых профессиональных проблем (ОК-9);
- готовность и способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ПК-2);
- способность самостоятельно работать на компьютере в средах современных операционных систем и наиболее распространенных прикладных программ (ПК-6);
- способность самостоятельно осваивать современную физическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать с ней (ПК-10);
- готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий (ПК-17);

---

<sup>1</sup> Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки «Техническая физика» / Министерство образования и науки Российской Федерации. М., 2011. 26 с.

– способность разрабатывать функциональные и структурные схемы элементов узлов экспериментальных и промышленных установок, проекты изделий с учетом технологических и эстетических параметров (ПК-19);

– готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов (ПК-20);

– готовность к выполнению профессиональных функций в составе коллектива исполнителей (ПК-21).

На занятиях лабораторного практикума по курсу «Основы творческой, конструкторской и исследовательской деятельности» со студентами, обучающимися в нашем университете по направлению «Техническая физика», наряду с деловыми играми, связанными с изучением разнообразных методов решения творческих задач (метод прямой и обратной мозговой атаки, синектики, морфологической матрицы и др.), организуется выполнение творческих заданий на основе применения конструкторов «Электроник», «Умка» и «Кулибин».

Конструктор «Электроник» представляет собой набор различных электро- и радиотехнических приборов, а также металлических полосок разной длины, которые используются в качестве соединительных проводов. Все приборы и полоски могут соединяться между собой благодаря пришитым кнопкам, используемым в швейной промышленности, что обеспечивает быструю сборку любой электрической цепи. Возможности конструктора достаточно широки. На его основе можно, согласно прилагаемой инструкции, не только собирать около пятисот учебных установок, но и создавать новые.

Конструктор «Умка» отличается от предыдущего лишь способом соединения приборов между собой. Здесь каждый прибор жестко прикреплен к своему месту. Выводы приборов присоединены к небольшим, вертикально прикрепленным к общему основанию из изолирующего материала пружинкам, витки которых соприкасаются между собой. Соединение приборов согласно схеме осуществляется при помощи обычных изолированных проводов, концы которых зачищены от изоляции. При нажатии пальцем на пружинку перпендикулярно ее оси она сгибается и в образовавшиеся промежутки между витками вставляется конец проводника. После этого пружинку отпускают и проводник оказывается зажатым между витками.

Конструктор «Кулибин» включает в себя готовые, отлаженные и согласованные между собой механические элементы, шаговые двигатели, крепежные и вспомогательные материалы, контроллер для управления приводами, интерфейс для обмена данными с компьютером и программное обеспечение.

Он позволяет собирать небольшие настольные станки (сверлильный станок, токарный станок, плоттер и др.), прикреплять к ним различные инструменты (токарный резец, сверло, нож и др.) и под управлением компьютера выполнять задачи, которые вручную делать долго и трудно или вообще невозможно. С помощью таких станков можно обрабатывать различные виды материалов, выполнять чертежи и рисунки, изготавливать дополнительные детали, инструменты и приборы для совершенствования самого конструктора и для постоянного повышения технологического уровня лаборатории.

Самое первое знакомство студентов с этими конструкторами происходит на одном из лекционных занятий, во время которого раскрывается содержание, назначение и возможности каждого прибора. На базе конструктора «Кулибин» собирается сверлильный станок и демонстрируется его работа в режиме высверливания отверстий вдоль горизонтальной линии со смещением через равные расстояния. Это, как правило, вызывает у студентов большой интерес, а затем на лабораторных занятиях они уже получают возможность работать с этими конструкторами.

На основе электронных конструкторов по предложенной принципиальной схеме предлагаются задания по сборке экспериментальных учебных установок для наблюдения различных физических явлений, которые студенты должны уметь объяснить, то есть раскрыть причину и механизм его протекания. Творческие задания такого вида в соответствии с классификацией академика В.Г. Разумовского называются исследовательскими<sup>2</sup>. Они предлагаются студентам с целью формирования у них опыта по преодолению первой, наиболее трудной фазы творческого цикла, связанной с переходом в процессе мышления от фактов к теории – построению абстрактной модели, гипотезы. Выполнение таких творческих заданий способствует формированию компетенции ПК-2.

Студенты выполняют творческие задания и по самостоятельной разработке экспериментальной установки для воспроизведения изучаемого физического явления на основе электронных конструкторов и конструктора «Кулибин». По вышеупомянутой классификации эти задания называются конструкторскими. Они направлены на формирование у студентов опыта по преодолению второй, наиболее трудной фазы творческого цикла, связанной с переходом в процессе мышления от следствия к эксперименту. Выполнение заданий этого вида способствует формированию компетенции ПК-19.

Хорошо известно, что трудности в преодолении вышеуказанных переходов связаны с прерыванием дискурсивного мышления и проявлением интуиции. Управлять процессом интуитивного мышления студентов мы пока не научились, но предоставить им возможность и создать специальные условия для проявления у них интуиции, чтобы формировался опыт, вполне можем. Чем больше творческих заданий вышеуказанных видов выполняют студенты, тем больший опыт они приобретают.

Использование конструкторов на занятиях сводит к минимуму потерю учебного времени, затрачиваемого для подбора необходимых приборов и сборки экспериментальной установки, что позволяет увеличить количество выполнения творческих заданий, а значит получить больше возможностей оказаться в ситуации проявления интуиции. Хорошо развитая интуиция является основой для творчества в будущей профессиональной деятельности, что создает основу для формирования компетенции ОК-9.

Лабораторный практикум с применением конструкторов начинается с вводного занятия, на котором преподаватель сообщает студентам, что основ-

---

<sup>2</sup> Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся. М. : Просвещение, 1975. 272 с.

ной целью выполнения работ практикума является развитие интуиции на основе экспериментальных творческих заданий, которые им придется выполнять.

Успех в достижении поставленной цели будет зависеть от количества выполненных заданий на каждом занятии и от степени самостоятельности их выполнения, причем на основе конструктора «Электроник» количество заданий должно быть не менее 18, на основе конструктора «Умка» – не менее 22.

Далее студентам предлагаются виды творческих заданий, которые создают основу для формирования следующих необходимых компетенций:

1) сборка экспериментальных учебных установок по принципиальной схеме (ПК-19);

2) объяснение результатов опытов (указание причины и механизма протекания наблюдаемого физического явления) (ПК-2);

3) разработка принципиальных схем учебных установок по заданным требованиям и их экспериментальная проверка (ПК-19).

Для успешного выполнения вышеуказанных заданий необходимо хорошо знать устройство и принцип действия приборов, входящих в содержание конструкторов, а также их схематическое обозначение, поскольку без этих знаний при объяснении наблюдаемого физического явления могут возникнуть трудности. Для допуска к выполнению работы студенты должны иметь в тетради схемы всех учебных установок, которые придется собирать на занятии, а рядом со схемой – сформулированную цель задания. Все это необходимо для того, чтобы не тратить время на занятии. Задача студента на занятии – собрать по данной схеме установку, выяснить результат опыта, записать его в тетрадь и дома найти ему объяснение. При отчете по работе студенту предлагается обычно объяснить результаты трех опытов по выбору преподавателя, и если студент с этой задачей справляется, то получает зачет по данной работе.

Студенты должны также знать правила обращения с приборами, входящими в содержание конструктора, чтобы избежать поломок. Завершается вводное занятие проведением инструктажа по технике безопасности во время выполнения работ практикума. После этого студенты получают задания, инструкции к ним и на следующем занятии приступают к выполнению.

На первом этапе студенты выполняют первые четыре работы (три на основе конструктора «Электроник» и одну или две – на основе конструктора «Умка»). Из вышеуказанных творческих заданий реализуются пока первые два вида: первый – непосредственно на занятии, второй – дома. Результаты выполнения последнего докладываются преподавателю во время отчета.

Последнее творческое задание дается студентам с определенной целью. Во время отчета преподавателю необходимо внимательно выслушать объяснение студента и высказать контраргументы в том месте, где он совершает ошибку, которая могла бы стать толчком для поиска нового варианта объяснения. Полезно иногда находить противоречия в рассуждениях студента, которые он должен устранить. Поиск верного варианта объяснения физического явления необходимо стимулировать. Дискуссия с преподавателем по проблеме всегда является для студента стимулом к продолжению деятельности.

На втором этапе практикума (обычно 2 работы) конструкторы «Электроник» и «Умка» используются для выполнения творческих заданий по разработке принципиальной схемы учебных установок в соответствии с заданными требованиями с их последующей экспериментальной проверкой, что является средством для формирования компетенции ПК-19. Примером таких заданий могут быть следующие: 1) Разработать экспериментальную установку, которая позволяла бы увеличить освещенность в комнате при усилении магнитного поля в ней. 2) Разработать принципиальную схему учебной установки, которая позволяла бы моделировать пожарную сигнализацию (световую и звуковую) в случае возникновения пожара.

Продолжение выполнения творческих заданий данного вида, но на более высоком уровне, реализуется на третьем этапе, на котором используется конструктор «Кулибин».

Для творческой деятельности необходима опора на определенный минимум теоретических знаний. Поэтому перед тем как переключиться на работу с новым видом конструктора, следует провести вводное занятие, на котором преподаватель должен познакомить студентов с его содержанием. Это можно осуществить двумя способами: 1) составить заранее подробную инструкцию с необходимой информацией, с которой студенты в течение первой половины занятия должны самостоятельно ознакомиться, а затем на второй половине занятия принять участие в обсуждении изученного материала в составе подгруппы; 2) преподаватель показывает каждую деталь конструктора и рассказывает, где и как можно использовать ее при сборке. Рассмотрим примеры.

*Шаговый двигатель* – это двигатель, в котором перемещение ротора производится шагами. Каждый шаг производится с фиксированным углом. Если, например, шаг равен 1,8 градуса, то для полного оборота ротора требуется 200 шагов. Такие двигатели можно использовать как для вращения каких-то прикрепленных к валу элементов, так и для поступательного перемещения их в составе линейного привода.

Шаговые электродвигатели применяются в приводах непрерывного движения, где управляющее воздействие задается последовательностью электрических импульсов, например, в станках с числовым программным управлением. Шаговые приводы в отличие от сервоприводов позволяют получить точное позиционирование без использования обратной связи от датчиков вращения.

*Уголки длиной 380 мм* применяются для сборки станины различных устройств, но могут являться также основной деталью линейного шагового привода.

*Профили квадратного сечения* используются как монтажные элементы и как каретки, способные перемещаться вдоль уголка как по направляющей и т.д.

После такого объяснения можно организовать работу студентов по сборке различных станков с числовым программным управлением. Эту работу мы разбили условно на три основных этапа, каждый из которых реализуется на отдельном лабораторном занятии. Целью первого занятия является сборка основания трехкоординатного сервопривода, второго – сборка управляемого компьютером трехкоординатного сервопривода, всех последующих занятий – создание на базе

трехкоординатного сервопривода различных обрабатывающих станков с числовым программным управлением.

**Первая лабораторная работа** включает выполнение следующих видов заданий в нижеуказанной последовательности:

1. Подключить двигатели через контроллер и интерфейс к компьютеру.
2. Запустить на компьютере управляющую программу для конструктора и определить с помощью настроенной программы два двигателя, работающих синхронно (вращение каждого вала двигателей в одном направлении в течение одного и того же времени).
3. Использовать отобранные двигатели для сборки двух сервоприводов (компетенция ПК-10).
4. Выполнить сборку основания трехосного сервопривода, в котором только что собранные два сервопривода будут использованы как направляющие, вдоль которых будет перемещаться горизонтально рабочий элемент (условно обозначим это направление осью OX) (компетенция ПК-10).

**Вторая лабораторная работа** предполагает выполнение студентами следующих технологических операций:

1. Определить с помощью компьютерной программы вторую пару синхронных двигателей (ПК-06).
2. Выполнить сборку второй пары сервоприводов (ПК-10).
3. Прикрепить полученные сервоприводы к основанию вертикально (они обеспечат перемещение рабочего элемента в вертикальном направлении, вдоль оси OZ) (ПК-10).
4. Собрать аналогичным образом третью пару сервоприводов и прикрепить их к вертикальным стойкам горизонтально. Эти сервоприводы обеспечат перемещение рабочего инструмента вдоль третьего направления (ось OY) (ПК-06).
5. Осуществить жесткое крепление всех вышеназванных элементов.

В результате выполнения всех вышеназванных технологических операций в течение двух прошедших занятий трехкоординатный сервопривод готов.

**Третья лабораторная работа** направлена на разработку на основе трехкоординатного сервопривода различных станков (ПК-19). Для этого необходимо выбрать рабочий элемент (инструмент) и придумать способ крепления его к сервоприводу. Обычно мы предлагаем начинать с плоттера, рабочим инструментом которого служит обычный карандаш. Работа с плоттером с использованием готовой и настроенной программы является основной целью данной работы.

При работе с конструктором мы исходим из того, чтобы трудность выполняемых студентами заданий постепенно возрастала. Поэтому в качестве первого задания предлагаем разработку проекта и сборку по нему станка, в котором перемещение рабочего элемента осуществлялось бы вдоль одной направляющей, например оси OX (вычерчивание прямой линии в прямом и обратном направлении). Выполнение второго задания связано с перемещением рабочего элемента в плоскости (например XOY). В случае с плоттером это уже любой рисунок в плоскости без отрыва карандаша от поверхности. Далее следует разработка студентом чертежа или рисунка в электронном виде с передачей команды на плоттер. Заверша-

ется работа с плоттером выполнением задания, в котором студент подготавливает в электронном виде рисунок с использованием пунктирной линии (ПК-20), где рабочий элемент плоттера должен будет перемещаться в пространстве трех осей (отрыв карандаша от бумаги в отдельных местах).

**Четвертая лабораторная работа** предполагает переход студентов к разработке проекта и сборке сверлильного станка с перемещением рабочего инструмента вдоль одной направляющей (ось OZ), с опусканием и подъемом сверла (ПК-19). Перемещение заготовки для сверления каждого последующего отверстия осуществляется вручную. После этого предлагается разработать проект и сборку сверлильного станка с перемещением рабочего инструмента в плоскости XOZ, чтобы обеспечить сверление отверстий вдоль одной прямой через равные расстояния (ПК-19), при этом заготовка должна быть жестко закреплена.

**Пятая лабораторная работа** предлагается студентам для выполнения более сложных проектных и конструкторских заданий. Сначала они должны усовершенствовать предыдущую технологическую операцию, то есть сделать так, чтобы рабочий инструмент сверлильного станка после окончания высверливания очередного отверстия прекращал вращение, а вначале очередного – вновь включался (ПК-20).

**Шестая лабораторная работа.** В данной работе перед студентами ставится задача разработать проект и сборку сверлильного станка, рабочий инструмент которого мог бы перемещаться в пространстве и его можно было использовать для высверливания отверстий по двум параллельным линиям через равные расстояния (ПК-19). Заготовка должна быть при этом жестко закреплена.

**Седьмая лабораторная работа.** В этой работе студентам предлагается разработать проект и собрать токарный станок, то есть они должны обеспечить вращение заготовки, перемещение рабочего инструмента вдоль заготовки и перпендикулярно к ней (ПК-19).

Следует отметить, что данные лабораторные работы выполняются фронтально. С одной стороны, это создает хорошие условия для организации коллективного творчества студентов (ПК-21), обеспечивает единый темп выполнения работ, а с другой – преподавателю удобнее руководить поисковой деятельностью всех студентов.

Подготовка студентов к выполнению очередной лабораторной работы заключается в разработке проектов к предложенным заданиям (ПК-17). Каждое лабораторное занятие начинается с обсуждения подготовленных проектов, заслушиваются все студенты подгруппы, отмечаются недостатки, выбирается лучший или лучшие варианты, и после этого все сразу приступают к реализации проекта (основа для формирования компетенции ПК-21); проект должен быть представлен в виде рисунков или чертежей, которые готовятся дома заранее. Это позволяет значительно сэкономить время при обсуждении проектов. Лабораторную работу выполнять можно индивидуально или по двое.

Так как на базе данного конструктора можно собирать множество разных станков и устройств, то и количество лабораторных работ практика может быть значительно увеличено.

Мы не будем сравнивать недостатки и преимущества предлагаемого подхода по формированию профессиональных компетенций у студентов, но очевидно главное: преподаватель получает возможность разнообразить формы проведения занятий, используя конструкторы для активизации деятельности обучаемых. В результате такого подхода преподаватель получает более высокий результат своего труда – компетентного выпускника, а обучаемый – опыт практической деятельности, необходимый для дальнейшего саморазвития.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разумовский, В.Г. Развитие творческих способностей учащихся [Текст]. – М. : Просвещение, 1975. – 272 с.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки «Техническая физика» [Текст] / Министерство образования и науки Российской Федерации. – М., 2011. – 26 с.

**A.I. Ildyayev, A.M. Shuytsev, I.A. Toroptsev**

#### **THE ROLE OF CREATIVE CONSTRUCTION SETS IN STUDENTS' PROFESSIONAL COMPETENCES FORMATION**

The article treats the issue of students' professional competences formation through the use of creative construction sets.

*competence, research task, construction task, experimental guideline, servomechanism, working tool.*