

**ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ ПРАКТИК В РАМКАХ ПРОЕКТА CDIO
ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ
12.03.01 – ПРИБОРОСТРОЕНИЕ**

Гормаков А.Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, e-mail: gormakov@tpu.ru

В статье рассматриваются проблемы реализации проектно-ориентированного метода обучения в рамках международного проекта CDIO и пути их решения. Одним из препятствий, затрудняющих материальное воплощение задуманных студентами проектов, является отсутствие у абсолютного большинства студентов первого курса направления «Приборостроение» профессиональных навыков, позволяющих изготовить, собрать и отрегулировать действующий макет устройства. В настоящее время в средних школах России, стран ближнего и дальнего зарубежья подготовка учеников к какой-либо рабочей профессии оставляет желать лучшего. Не более 10% выпускников школ способны самостоятельно изготовить детали, осуществить качественный электрический монтаж, запрограммировать процессор. Отсутствие практических навыков работы с материалами, инструментом и измерительными приборами не позволяет реализовать идею и достичь желаемого результата. Для решения этой проблемы в учебные планы введены две учебные практики. В период первой учебной практики после первого курса студенты получают рабочую профессию токаря, фрезеровщика, слесаря КИПиА второго-третьего разряда. По завершении второй учебной практики (4 семестр) студенты получают квалификацию радиомонтажника, электромонтера электрооборудования 3-4 разряда. Для изготовления деталей широко используются два 3D-принтера. Благодаря принятым мерам творческие проекты студентов, выпускные квалификационные работы бакалавров стали воплощаться с более высоким качеством.

Ключевые слова: международный проект CDIO, проектно-ориентированный метод обучения, учебная практика, рабочие профессии, творческий проект, методы формообразования конструкций деталей, электрический монтаж.

**THE EDUCATIONAL PRACTICES ORGANIZATION ACCORDING TO
THE CDIO PROJECT IN PREPARING OF THE BACHELORS OF
12.03.01 - INSTRUMENT MAKING DIRECTION**

Gormakov A.N.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: gormakov@tpu.ru

The article considers the problems of project-based learning method implementation according to the international project CDIO and its solutions. The tangible embodiment of student's projects is problematic because of the absence of the professional skills to produce, assemble and adjust the layout of the device. Nowadays the professional skills training in the Russian and abroad schools is not perfect. Not more than 10 % of school leavers are able to produce the details, carry out the quality electrical installation, program the processor. The absence of the practical skills does not allow to realize the idea and to achieve the desired result. Two educational practices are introduced in the syllabus to solve this problem. After first study year during the first educational practice students gain the profession of turner, miller, instrumentation technician. After the finishing of the second educational practice students gain the qualification of the adjuster and electrician. Two 3D-printers located in the department laboratories are widely used for the details production. Due to the problem's solution the student's creative projects and bachelor's graduation thesis became more qualified.

Keywords: International CDIO project, project-based learning method, educational practice, professions, creative project, methods of structural parts forming, electrical installation.

Концепция подготовки выпускников образовательных программ вузов по техническим направлениям и специальностям к комплексной инженерной деятельности разработана в рамках Международного проекта CDIO Initiative (Conceive, Design, Implement, Operate) [2]. В настоящее время проект CDIO реализуется в сотне университетов мира. Инициаторами проекта были Массачусетский технологический институт (MIT, США) и

ведущие технические университеты Швеции (KTH, Chalmers). Целью CDIO является инженер - выпускник вуза, умеющий придумать новый продукт или новую технологию, осуществить все конструкторские работы по воплощению идеи и осуществить её производство [9].

Томский политехнический университет присоединился к Международному проекту CDIO Initiative 2011 г., а направление 12.03.01 - Приборостроение ТПУ - в 2013 г.

Следует отметить, что ещё в Советском Союзе практико-ориентированный метод обучения широко внедрялся с 60-х годов XX века в общем среднем, среднем специальном и высшем техническом образовании. В школах в течение последних лет учебы учащиеся осваивали рабочую профессию. Один день в неделю школьники работали в качестве рабочих на заводе. После 9 класса была предусмотрена месячная практика на предприятии, на рабочем месте.

В результате вместе с аттестатом о среднем образовании выпускник школы получал свидетельство о рабочей профессии. Это были профессии токаря, фрезеровщика, электромонтажника, слесаря КИПиА, радиомонтажника, радиомеханика – специалиста по ремонту телевизионных и радиоприёмников, электронной техники, программиста, слесаря по ремонту автомобилей и др. Наряду с хорошей базовой подготовкой по математике и естественным дисциплинам выпускники школ имели профессиональные навыки, необходимые для реализации проектов. Здесь уместно вспомнить слова американского президента Джона Кеннеди, сказавшего с горечью в шестидесятых годах о том, что русские выиграли у американцев соревнование за космос за школьной партой и что им, американцам, пора перенять именно русский опыт образования [7].

В 90-е годы многие предприятия находились в стадии банкротства и разрушения. Таким образом, исчезла база для профессиональной подготовки школьников. Во многих школах были упразднены уроки труда, либо они проводились формально, на низком уровне, в основном из-за неудовлетворительного материально-технического обеспечения. Была прекращена подготовка учителей труда. В 70-80-е годы создавались районные центры подготовки к рабочим профессиям учеников близлежащих школ. В 90-е годы эта система была подорвана.

В 60-е годы в высших технических учебных заведениях были так называемые рабочие-студенты. Первые три семестра студенты полную смену работали на заводах, а вторую половину дня учились в институте. Они полностью погружались в производственный процесс. При этом формировались многие компетенции, необходимые

инженеру. Срок обучения составлял при этом 6 лет. В Томском политехническом институте такая форма существовала с 1960 по 1965 г.

Достижения Советского Союза в космосе стали свидетельством огромного потенциала страны в научно-технической сфере и образовании. Именно в то время в нашей стране начала осуществляться реформа образования, направленная на укрепление его связи с производством. 30 декабря 1959 г. вышло Постановление Правительства № 1425 «Об организации заводов-втузов». В 1960 году в СССР были организованы заводы-втузы при крупных машиностроительных и металлургических предприятиях [6] и существовали они с таким названием до начала 90-х годов. Так, например, Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнёва (СибГАУ) [6] был основан в 1960 году. Выпускники этого завода-втуза внесли неоценимый вклад в развитие ракетной и космической отрасли.

Кроме того, с 60-х до начала 90-х годов прошлого столетия в СССР была развита система выполнения вузами хоздоговоров на разработку новой техники и технологий для предприятий. При этом почти все студенты привлекались к выполнению реальных курсовых и дипломных работ по актуальной для предприятий тематике, принимались на должности лаборантов и техников по х/д. Системой было выполнение комплексных дипломных проектов группами до 7 студентов [4].

Существенный вклад в становление специалистов внесли и продолжают вносить студенческие конструкторские бюро (СКБ) при кафедрах технических университетов. Для будущего инженера важен опыт работы руками с материалами и узлами создаваемого прибора, опыт решения конструкторских и дизайнерских задач, а также - опыт работы в коллективе. Все эти навыки и дают рождающемуся специалисту возможность пройти с коллективом единомышленников весь путь от первого эскиза до воплощенного в жизнь проекта, получив творческое удовлетворение и ценные знания.

Выпускники высших технических учебных заведений (втуз), прошедшие такую школу, быстро адаптировались в коллективы разработчиков, производственников, кафедр вузов. Они оперативно находили решение сложных научных и производственных задач. Многие из них быстро прошли карьерную лестницу до кандидатов и докторов наук, главных конструкторов, главных технологов, начальников комплексов, директоров предприятий [4].

Таким образом, внедрение в учебный процесс стандартов CDIO есть своего рода Ренессанс системы высшего технического образования в России на современном уровне.

В процессе перехода направления 12.03.01 - Приборостроение ТПУ с 2013 года на подготовку в рамках всемирной инициативы CDIO на первом курсе в осеннем семестре в учебный план введена дисциплина «Введение в инженерную деятельность», и далее во

втором, третьем и четвертом семестрах введена дисциплина «Творческий проект». Выполнение творческого проекта имеет целью развить у студентов интерес к творческой, проектной деятельности. Студенты объединяются в группы от трех до шести человек. В начале семестра, на первых встречах группа принимает решение об объекте проектирования. Причем перед студентами стоит задача в течение 3-4 месяцев семестра довести свою идею до практической реализации – действующего макета устройства.

Практика трех прошедших лет показала, что одним из слабых звеньев в подготовке большинства современных студентов является отсутствие навыков выполнения простейших обработочных операций: слесарной обработки, токарной, фрезерной обработки и др. Профессиональная подготовка в школах России, стран СНГ, стран дальнего зарубежья имеет разную направленность. Профессиональные навыки по методам формообразования деталей приборов, электрическому монтажу имеет небольшой процент выпускников школ (не более 10-20%). По этой причине при создании действующих макетов у студентов возникают проблемы, в процессе решения которых руководителям проектов приходится проводить дополнительные практические занятия по методам и приемам обработки материалов, пайке электрорадиокомпонентов и зачастую изготавливать за студентов ряд сложных для исполнения деталей.

Введение учебной практики после первого курса по методам формообразования деталей является актуальным в сложившейся ситуации при подготовке будущих разработчиков новых поколений приборов.

В 2015 г. для студентов направления 12.03.01 – Приборостроение ТПУ была организована учебная практика (часть 1) [5] на базе производственных мастерских Томского экономико-промышленного колледжа (ТЭПК). ТЭПК более 50 лет осуществляет подготовку квалифицированных рабочих по профессиям слесаря, токаря-фрезеровщика, контролера, слесаря КИПиА, радиомонтажника и имеет хорошо оснащенные мастерские, позволяющие обеспечить рабочими местами до 20 человек одновременно.

Весь бюджет времени практики был разделен на три равные части для освоения основ слесарных работ, токарной и фрезерной обработки. Каждый студент после кратких теоретических занятий осваивал основные приемы работы и выполнял индивидуальное задание, которое оценивалось учебными мастерами. В конце каждой части студент сдавал зачет по теории. Каждый студент получил сертификат, подтверждающий приобретение навыков и практического опыта указанных выше способов обработки материалов (рис. 1).

В 2016 г. на период учебной практики была сформирована группа для получения рабочей профессии токаря (рис. 1а) из 16 студентов и группа фрезеровщиков (рис. 1б) из 15 студентов. При этом студенты концентрировались на получении только одной профессии с

получением свидетельства установленного государственного образца. Две трети студентов получили квалификацию токаря и фрезеровщика 2 разряда, а студенты, показавшие наилучшие практические навыки работы и теоретические знания, получили третий разряд.

Результат практики положительно сказался на качестве материального воплощения творческих проектов студентов в третьем и четвертом семестрах. Для реализации проектно-ориентированного обучения кафедра точного приборостроения приобрела два 3D-принтера. В течение полутора лет эти принтеры активно используются для реализации творческих проектов студентов кафедры точного приборостроения [1; 3].



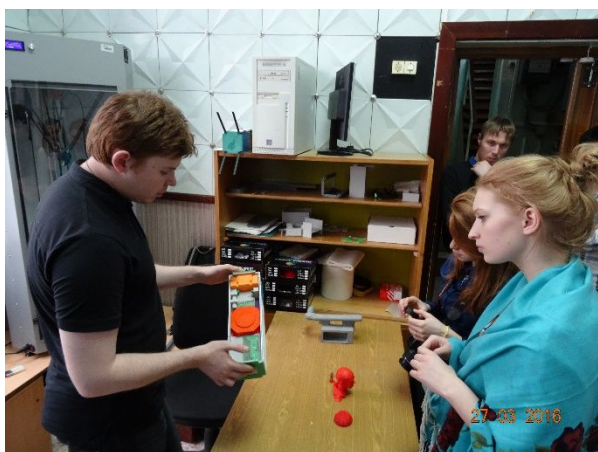
а



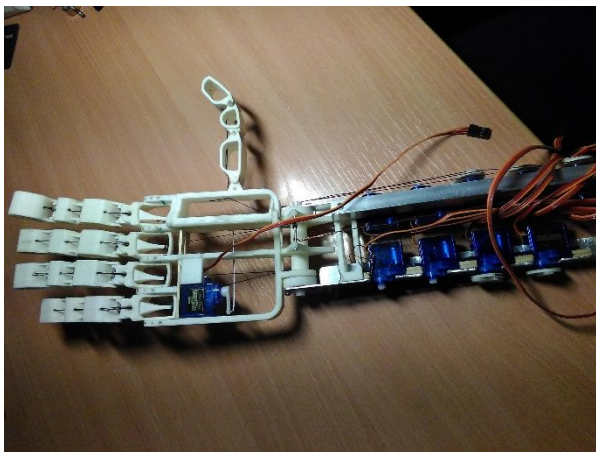
б

*Рис. 1. Работа в станочных мастерских: а – на токарных станках,
б – на фрезерных станках*

Некоторые примеры творческих проектов 2015/16 учебного года представлены на рис. 2.



а



б

*Рис. 2. Образцы студенческих работ, выполненных в рамках творческих проектов с использованием 3D-принтеров: а – макет наноспутника CubeSat,
б – роботизированная рука*

Учебная практика 2, проводимая на втором курсе по направлению 12.03.01 – Приборостроение, направлена на профессиональную подготовку в области электротехники. На базе Томского индустриального техникума студенты получают рабочую профессию «Электромонтер» 3-4 разряда, на базе экономико-промышленного колледжа рабочую профессию слесаря КИПиА или радиомонтажника 3-4 разряда. Таким образом, к моменту



*Рис. 3. Действующий макет
трехосного
стабилизатора фотокамеры*

окончания второго курса студенты получают подготовку по базовым естественно-научным, математическим и общепрофессиональным дисциплинам направления, две рабочие профессии и первый опыт проектной деятельности, завершающийся изготовлением действующего макета устройства. Это хорошая база для формирования компетенций, необходимых современному разработчику новых приборов.

В 2016 г. защищали ВКР первые выпускники бакалавриата направления 12.03.01 - Приборостроение, прошедшие подготовку по учебным планам, построенным на основе концепции CDIO. Государственная аттестационная комиссия отметила в качестве позитивных изменений то, что многие

студенты при защите проекта представляли действующие макеты [8] разработанных устройств (рис. 3).

Таким образом, благодаря интеграции материально-технической базы томских образовательных учреждений среднего профессионального образования и Томского политехнического университета, эффективному использованию педагогического потенциала этих заведений достигнуты значимые результаты в деле подготовки бакалавров по направлению 12.03.01 - Приборостроение к проектной деятельности.

Заключение

Для материального воплощения своих проектных решений студентам технических университетов по направлениям «Приборостроение», «Машиностроение», «Электромеханика» и ряду других направлений необходимо получить следующие компетенции:

- ✓ хотя бы одну рабочую профессию ещё на базе общего среднего образования;

- ✓ в период учебной практики 1 на втором семестре - рабочую профессию по процессам формообразования деталей машин и приборов;
- ✓ в период учебной практики 2 на четвертом семестре - рабочую профессию по электромонтажу, радиомонтажу, обслуживанию КИПиА и т.п.;
- ✓ в период производственной практики после 3 курса - навыки инженерной деятельности по решению научных и производственных задач.

Технические университеты должны создать учебно-производственную базу, оснащённую современным оборудованием для реализации студенческих проектов, начиная с первого и кончая выпускным курсами. Для студентов должен быть обеспечен свободный доступ к оборудованию.

Такая база должна иметь высококвалифицированный персонал для обслуживания оборудования. Обязательно должна быть группа технологов, которые могут оперативно оценить технологичность разработанных студентами конструкций и дать совет по повышению уровня технологичности, чтобы исключить нерациональное использование материалов и оборудования. Учебное производство должно быть обеспечено материалами и комплектующими. Здесь же можно организовать обучение рабочим профессиям.

Список литературы

1. Брантов А.А. 3D-моделирование механических конструкций. Конструкция двигателя внутреннего сгорания // «Студенческий научный форум - 2016» X Международная студенческая электронная научная конференция. - URL: <http://www.scienceforum.ru/2016/pdf/22967.pdf> (дата обращения: 23.12.2016).
2. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты : информационно-методическое издание / пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 17 с.
3. Галив А.В. Роботизированная рука-манипулятор RHG-1 // «Студенческий научный форум - 2016» X Международная студенческая электронная научная конференция. - URL: <http://www.scienceforum.ru/2016/pdf/22957.pdf> (дата обращения: 23.12.2016).
4. Гормаков А.Н. Становление и развитие кафедры точного приборостроения Томского политехнического университета (55 лет со дня основания кафедры) // Космическое приборостроение : сборник научных трудов III Всероссийского форума школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (г. Томск, 8-10 апреля 2015 г.). - URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2015/C22/001.pdf> (дата обращения: 23.12.2016).

5. Гормаков А.Н. Учебная практика (часть 1) для студентов направления 12.03.01 – Приборостроение // Инженерия для освоения космоса : сборник научных трудов IV Всероссийского молодежного форума с международным участием (г. Томск, 12-14 апреля 2016 г.) / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. - С. 29-34. - URL: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/23240> (дата обращения: 23.12.2016).
6. Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, ФГБОУ ВО СибГАУ. - URL: <http://www.sibsau.ru/index.php/obshchaya-informatsiya/istoriya/1960-1970-gg>. – Заглавие с экрана. – (дата обращения: 23.12.2016).
7. Социальные достижения Советской власти. Авторский блог Виталий Овчинников. - URL: <http://zavtra.ru/blogs/sotsialnyie-dostizheniya-sovetskoj-vlasti>.
8. Татарников Е.В. Проектирование стабилизатора видеокамеры // Инженерия для освоения космоса : сборник научных трудов IV Всероссийского молодежного форума с международным участием / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – С. 78-82.
9. Чучалин А.И. Модернизация инженерного образования на основе международных стандартов CDIO // Инж. образование. – 2014. – № 16. – С. 14-29.