

УДК 37.013

**Организация проектной деятельности студентов
инженерных направлений в соответствии с принципами
международной инициативы CDIO**

Запевалов Андрей Валентинович

Кандидат технических наук, доцент,
Сургутский государственный университет,
628400, Российская Федерация, Сургут, просп. Ленина, 1;
e-mail: zapevalov@mail.ru

Кузин Дмитрий Александрович

Кандидат технических наук, доцент,
Сургутский государственный университет,
628400, Российская Федерация, Сургут, просп. Ленина, 1;
e-mail: zapevalov@mail.ru

Запевалова Лариса Юрьевна

Кандидат технических наук, доцент,
Сургутский государственный университет,
628400, Российская Федерация, Сургут, просп. Ленина, 1;
e-mail: zapevalov@mail.ru

Аннотация

В статье описывается опыт организации проектной деятельности студентов первого курса направлений подготовки «Программная инженерия» и «Управление в технических системах», обучающихся на кафедре Автоматики и компьютерных систем Сургутского университета. Эти образовательные программы были адаптированы в соответствии с требованиями всемирной инициативы CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate), которая представляет собой методологию и комплект рамочных стандартов, формулирующих требования к подготовке студентов инженерных образовательных программ. Стандарты определяют требования, направленные на применение активных методов обучения, увеличение доли междисциплинарных курсов, развитие у студентов личностных и межличностных компетенций, а также компетенций в области технологического предпринимательства. Поскольку в методологии CDIO особое внимание уделяется проектной деятельности студентов, авторы посчитали необходимым описать полученный опыт в этой области по итогам первого года реализации указанных образовательных программ. В статье описывается порядок организации проектного обучения в рамках учебного плана подготовки бакалавров, рассматриваются выявленные типовые сложности, возникающие у студентов на начальном этапе проектной деятельности. Показаны достигаемые положительные эффекты от ее реализации. Оценена эффективность влияния проектной деятельности на повышение успеваемости.

Для цитирования в научных исследованиях

Запевалов А.В., Кузин Д.А., Запевалова Л.Ю. Организация проектной деятельности студентов инженерных направлений в соответствии с принципами международной инициативы CDIO // Педагогический журнал. 2019. Т. 9. № 3А. С. 64-71.

Ключевые слова

CDIO, проектная деятельность, успеваемость, межличностные компетенции, обучение.

Введение

В соответствии с положениями международной инициативы инженерного образования CDIO значительное внимание уделяется организации проектной деятельности студентов. Инициатива CDIO была разработана в рамках сотрудничества Массачусетского технологического университета с тремя шведскими университетами – Технологическим университетом Чалмерса, Линкепингским университетом и Королевским технологическим институтом. В последствии многие вузы мира приняли положения инициативы и продолжили ее развитие [Crawley, 2008; Edstrom, 2014; Chuchalin, 2015; Nguyen-Xuan, 2018]. Положения инициативы предполагают выстраивание стратегии образовательной программы на базе изучения основополагающих жизненных стадий технических систем: планирование (Conceive), проектирование (Design), производство (Implement), применение (Operate).

Основная часть

Успешность освоения образовательной программы и приобретения навыков проектной деятельности во многом зависит от способности обучающегося к систематизации знаний. Значительно большим потенциалом междисциплинарного системного мышления обладают те студенты, которые получили опыт конструирования с использованием наборов конструкторов. С целью повышения качества обучения, выпускающая кафедра автоматике и компьютерных систем (АиКС) провела анкетирование своих студентов. Опрос показал, что около 80% хорошо успевающих обучающихся в школьные годы увлекались занятием с различными конструкторами.

Общение с конструкторским набором помогает сформировать навыки разностороннего анализа, так как требует привлечения знаний из различных областей и использования разных видов мышления. Очевидным первичным эффектом такого взаимодействия является развитие пространственной ориентации или пространственного мышления. Обучающиеся лучше осознают влияние ранее принятых решений на текущее состояние объекта или конструкции. Неустойчивость, непрочность или асимметрия конструкции заставляет анализировать причины неудач. «Визуализация» конструкции и проведение экспериментов облегчает поиск проблемных мест.

С другой стороны, подавляющее большинство отстающих студентов не имело такого опыта. Особенно ярко данное обстоятельство проявляется в процессе выполнения курсовых проектов и работ. К сожалению, около 50% от общего числа опрошенных студентов отметили отсутствие опыта конструирования. Данный факт негативно сказывается как на скорости выполнения проектов, так и на качестве проектных решений.

Учитывая выявленную закономерность, студентам первого курса были предложены темы проектной деятельности, в том числе и конструкторской направленности. Они должны были создать системы, отвечающие заданным требованиям. Обязательным условием являлась работа в командах, что способствовало передаче навыков конструирования и обмену имеющимся опытом между студентами.

Начало самостоятельной проектной деятельности студентов выявило ряд особенностей и проблем:

1. Первичное непонимание задачи. Не имея профессионального опыта и достаточного опыта проектной деятельности студенты как правило не могут на начальном этапе полноценно понять суть задания. Недостаточное знание терминологии и технических характеристик технических систем затрудняет системное понимание задачи обучающимися.

2. Распределение ролей в командах. Влияние опыта и темперамента. При образовании команды студентам зачастую крайне сложно самим распределить роли или обязанности. Может оказаться, что все желают заниматься одним видом деятельности, но никто не хочет заниматься другими видами. Наличие неформального лидера в команде ускоряет процесс ролевого распределения. Наличие у лидера опыта и знаний в области проектной деятельности позволит эффективно распределить обязанности. Однако, если лидерство не подкреплено опытом и знаниями, то влияние лидера будет пагубно сказываться на результативности работ. В отсутствии опыта командной деятельности наличие нескольких лидеров в команде может привести к краху проекта. В борьбе за лидерство может быть потрачено все время, выделенное на проект. Команда, образованная из одних исполнителей, зачастую имеет сложности как с распределением полномочий, так и со сборкой готового проекта.

3. Отсутствие опыта планирования работ по времени. Данное обстоятельство приводит к тому, что на определенные этапы работ выделяются временные и людские ресурсы, не соответствующие потребностям. На начальном этапе возникает иллюзия избытка времени. Одна из причин этого - первичное непонимание сути задания. Студенты могут посвятить много внимания тем задачам, которые кажутся им более понятными. Но зачастую эти задачи второстепенны.

4. Незнание направления или стратегии проектирования. Неопытным проектировщикам представляется, что проект можно легко скомпилировать из совокупности решений локальных задач. Они прорабатывают решения вне взаимодействия друг с другом. В результате массив полученных решений не может скомпоноваться в единый проект. Требуется значительное время на проработку вопросов стыкуемости компонентов. Целесообразно применение стратегии нисходящего проектирования, но отсутствие опыта усложняет ее принятие.

5. Продолжительность проектов. Студентами младших курсов легче доводятся до завершения краткосрочные проекты. Близость срока окончания и сдачи готового проекта стимулирует деятельную активность. Долгосрочные проекты создают иллюзию избытка времени. Поэтому работы на начальных этапах идут с низкой интенсивностью, либо не ведутся вовсе. Ошибка в распределении ресурсов приводит к тому, что к моменту окончания сроков проектирования часть проектов имеет низкую степень завершенности. Это делает невозможным формулирование студентам цепочно-связанных проектов. Количество завершенных проектов выше в том случае, если объем задания предусматривает краткосрочность его выполнения. Каждый законченный проект способствует повышению самооценки обучающихся. Укрепляет их веру в собственные силы.

6. Защита или презентация проектов. Отсутствие навыка систематизации данных и знаний существенно затрудняет процесс защиты студентами своих проектов. Неумение выделять главное и выстраивать повествование об общем к частному, проявляемое в процессе защиты, снижает достоинство проекта и затрудняет его понимание.

Полученный на начальных этапах проектной деятельности практический опыт студенты могут экстраполировать в дисциплинарное теоретическое обучение. Апробированные на практике знания и решения способствуют лучшему пониманию и закреплению теоретических знаний. Следствием этого является повышение качества подготовки.

Одним из основных положений инициативы CDIO является интенсивное использование проектного обучения. При этом акцент делается на командную проектную деятельность. В соответствии с положениями стандарта 3 CDIO в структуру учебного плана введен модуль «Инженерия». В него включены специализированные, последовательно реализуемые дисциплины: 1) введение в инженерии; 2) основы проектной деятельности; 3) инженерные исследования. Данные дисциплины ориентированы на проектную деятельность и развитие личностных и межличностных компетенций.

В соответствии со стандартом 4 CDIO в дисциплине «Введение в инженерии» излагаются концептуальные правила организации проектной деятельности, которые закрепляются на практике в последующих дисциплинах. Присутствие и содержание этих дисциплин определены стандартом 5 CDIO. Дисциплина «Основы проектной деятельности» реализуется на первом и втором курсах в течение 3 семестров. Основная задача дисциплины – сформировать знание основ командного взаимодействия и начальные навыки коллективной проектной деятельности. Дисциплина «Инженерные исследования» призвана обеспечить дальнейшее развитие навыков командной проектной деятельности. Дисциплина преподается на третьем и четвертом курсах в течение следующих 3 семестров.

В настоящее время в соответствии со стандартами CDIO обучаются студенты только 1-го и 2-го курсов. Они находятся на стадии начала проектной деятельности. В рамках дисциплины «Основы проектной деятельности» различным группам студентов были предложены концептуально разные проекты.

Студенты, обучающиеся по направлению «Управление в технических системах», получили задание по разработке макета автоматизированной системы «умный город». Проект относится к категории долгосрочных. Группа студентов была разделена на 4 команды. Каждой из них было сформулировано задание на проектирование. Команды прорабатывали и реализовывали натурные компоненты макета. В ходе выполнения коллективной работы студенты на практическом опыте ознакомились с проектной деятельностью. Обучающиеся «прочувствовали» ошибки, которые были допущены на начальном этапе проектирования (например, был выбран не совсем удачный масштаб макета, не были предусмотрены в конструкции каналы для эл. проводов и т.д.). Большая запланированная продолжительность проекта привела к нечеткому пониманию студентами целей первого этапа деятельности. Сформировалось представление о имеющемся существенном резерве времени. В результате этого к концу первого этапа не все команды смогли представить завершённые проекты. Тем не менее итогом этапа стала реализованная основа макета, представленная на рисунке 1.

Одним из главных результатов освоения дисциплины «Основы проектной деятельности» – получение студентами бесценного опыта работы в команде. Кроме того, студентам приходилось решать не совсем строго формализованные задачи с учетом возможности выбора из большого многообразия вариантов проектных решений. Анализ работы студентов над проектом в течение

двух семестров показал высокую заинтересованность у подавляющего большинства обучающихся и как следствие положительную динамику успеваемости обучающихся.



Рисунок 1 – Презентация результатов 1-го этапа проектной деятельности

Студенты, обучающимся по направлению «Программная инженерия», выбирали темы проектов самостоятельно. При этом определение темы и формирование команды проходило параллельно. Как правило, команда стихийно образуется там, где есть сильный лидер, способный сформулировать идею проекта, заложить архитектурные основы и увлечь своей идеей некоторое количество других студентов. Важную роль при формировании команды играет не только квалификация и профессиональные интересы студента, но и социальные неформальные связи, имеющиеся в любой студенческой среде. Было замечено, что лидер привлекает в команду скорее тех студентов, с которыми ему комфортно работать и с которыми у него есть эмоциональный контакт, чем тех, кто обладает наиболее подходящей квалификацией. Это подтверждает важность развития у студентов коммуникативных навыков и навыков командной работы.

Студенты не были ограничены в выборе темы, однако, условиями было то, что результатом проекта должен быть работоспособный программный продукт, код которого написан в процессе реализации проекта. Студенты также были вольны в выборе технологии, архитектуры, языка программирования и средств разработки.

В процессе реализации проектов выяснилось, что большинству студентов (около 70%) требуются регулярные консультации с преподавателем. Причем круг вопросов, которые обсуждались на таких консультациях, был достаточно широк – от поиска идеи проекта до

определения функционала продукта и конкретных деталей реализации пользовательского интерфейса.

По завершении семестра проектной деятельности проведен мониторинг успеваемости по результатам текущей и промежуточной аттестации. Сравнивались результаты успеваемости студентов обучающихся по образовательной программе, соответствующей формату CDIO, с результатами обучения до внедрения программы. Отмечено повышение показателей качественной успеваемости у студентов направления «Программная инженерия». При обучении по классической образовательной программе качество обучения составляло 19,5%. У студентов, обучающихся по программе CDIO показатель качества составил 35,2%. По образовательной программе «Управление в технических системах» прирост качества пока не отмечен.

Заключение

Таким образом в целом отмечено положительное влияние проектной деятельности на повышение общего уровня качественной подготовки студентов и повышение их готовности к последующей проектной деятельности при освоении образовательной программы.

Библиография

1. Гафурова Н.В., Осипова С.И. *Металлургическое образование на основе идеологии CDIO // Высшее образование в России.* 2013. № 12. С. 137-139.
2. Подлесный С.А., Козлов А.В. *CDIO: цели и средства достижения // Инженерное образование.* 2014. № 16. С. 9-13.
3. Чучалин А.И. *Модернизация бакалавриата в области техники и технологий с учетом международных стандартов инженерного образования // Высшее образование в России.* 2011. № 10. С. 20-29.
4. Чучалин А.И. *Модернизация инженерного образования на основе международных стандартов CDIO // Инженерное образование.* 2014. № 16. С. 14-29.
5. Crawley E.F., Brodeur D.R., Soderholm D.H. *The education of future aeronautical engineers: Conceiving, designing, implementing and operating // Journal of Science Education and Technology.* 2008. 17(2). P. 138-151.
6. Edstrom K., Kolmos A. *PBL and CDIO: Complementary models for engineering education development // European Journal of Engineering Education.* 2014. Vol. 39(5). P. 539-555.
7. Chuchalin A., Tayurskaya M., Malmqvist J. *Development of CDIO Academy in Russia // Proceedings of the 11th International CDIO Conference, Chengdu University of Information Technology. Chengdu, Sichuan, 2015.*
8. Nguyen-Xuan H., Sato K. *The educational influences of project design education on students' learning abilities (The first report) // Proceedings of the 14th International CDIO Conference. Kanazawa, Japan: Kanazawa Institute of Technology, 2018. P. 272-283.*
9. Pereira de Carvalho C. *Project based learning: an approach to one robotic cell design // Proceedings of the 12th International CDIO Conference. Turku, Finland, 2016. P. 346-355.*
10. Rebrin O., Sholina I., Berestova S. *Interdisciplinary Project for Bachelor Engineering Program // Proceedings of the 10th International CDIO Conference. Barcelona, Spain, 2014.*

Organization of project activities of engineering students in accordance with the principles of the CDIO international initiative

Andrei V. Zapevalov

PhD in Technologies, Associate Professor,
Surgut State University,
628400, 1, Lenina av., Surgut, Russian Federation;
e-mail: zapevalov@mail.ru

Dmitrii A. Kuzin

PhD in Technologies, Associate Professor,
Surgut State University,
628400, 1, Lenina av., Surgut, Russian Federation;
e-mail: zapevalov@mail.ru

Larisa Yu. Zapevalova

PhD in Technologies, Associate Professor,
Surgut State University,
628400, 1, Lenina av., Surgut, Russian Federation;
e-mail: zapevalov@mail.ru

Abstract

The article describes the experience of organizing project activities of first-year students of “Software Engineering” and “Management in Technical Systems” educational programs, who study at the Department of Automation and Computer Systems at the University of Surgut. These educational programs have been adapted in accordance with the requirements of the worldwide initiative CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate), which is a methodology and a framework that formulate the requirements for the engineering educational programs. Standards define the requirements aimed at the use of active learning methods, increasing the share of interdisciplinary courses, developing students' personal and interpersonal competencies, as well as competences in the field of technological entrepreneurship. Since the CDIO methodology pays special attention to students' project activities, the authors of the paper considered it necessary to describe the experience gained in this field following the results of the first year of implementation of the mentioned educational programs. The article describes the organization of project training, based on the curriculum for training bachelors, discusses the identified typical difficulties encountered by students at the initial stage of project activities. The achieved positive effects from its implementation are shown. The authors evaluated the effectiveness of the impact of project activities to improve performance.

For citation

Zapevalov A.V., Kuzin D.A., Zapevalova L.Yu. (2019) Organizatsiya proektnoi deyatel'nosti studentov inzhenernykh napravlenii v sootvetstvi s printsipami mezhdunarodnoi initsiativy CDIO [Organization of project activities of engineering students in accordance with the principles of the CDIO international initiative]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 9 (3A), pp. 64-71.

Keywords

CDIO, project activities, academic performance, interpersonal skills, learning.

References

1. Chuchalin A.I. (2011) Modernizatsiya bakalavriata v oblasti tekhniki i tekhnologii s uchetom mezhdunarodnykh standartov inzhenernogo obrazovaniya [Modernization of undergraduate in engineering and technology, considering international standards of engineering education]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia], 10, pp. 20-29.

2. Chuchalin A.I. (2014) Modernizatsiya inzhenerenogo obrazovaniya na osnove mezhdunarodnykh standartov CDIO [Modernization of engineering education based on international standards CDIO]. *Inzhenernoe obrazovanie* [Engineering Education], 16, pp. 14-29.
3. Chuchalin A., Tayurskaya M., Malmqvist J. (2015) Development of CDIO Academy in Russia. In: *Proceedings of the 11th International CDIO Conference, Chengdu University of Information Technology*. Chengdu, Sichuan.
4. Crawley E.F., Brodeur D.R., Soderholm D.H. (2008) The education of future aeronautical engineers: Conceiving, designing, implementing and operating. *Journal of Science Education and Technology*, 17(2), pp. 138-151.
5. Edstrom K., Kolmos A. (2014) PBL and CDIO: Complementary models for engineering education development. *European Journal of Engineering Education*, 39(5), pp. 539-555.
6. Gafurova N.V., Osipova S.I. (2013) Metallurgicheskoe obrazovanie na osnove ideologii CDIO [Metallurgical education based on the ideology of CDIO]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia], 12, pp. 137-139.
7. Nguyen-Xuan H., Sato K. (2018) The educational influences of project design education on students` learning abilities (The first report). In: *Proceedings of the 14th International CDIO Conference*. Kanazawa, Japan: Kanazawa Institute of Technology.
8. Pereira de Carvalho C. (2016) Project based learning: an approach to one robotic cell design. In: *Proceedings of the 12th International CDIO Conference*. Turku, Finland.
9. Podlesnyi S.A., Kozlov A.V. (2014) CDIO: tseli i sredstva dostizheniya [CDIO: goals and means of achievement]. *Inzhenernoe obrazovanie* [Engineering Education], 16, pp. 9-13.
10. Rebrin O., Sholina I., Berestova S. (2014) Interdisciplinary Project for Bachelor Engineering Program. In: *Proceedings of the 10th International CDIO Conference*. Barcelona, Spain.