

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ХИМИИ

Королева Г.А.¹, Дубова И.В.¹, Саначева Г.С.¹

¹ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия (660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79), sfu-kras.ru

В статье рассматривается опыт проектной деятельности бакалавров младших курсов в лабораторном практикуме по дисциплине «Химия» в рамках реализации идеологии CDIO. Определены стандарты CDIO, регламентирующие организацию проектных лабораторных работ, и продемонстрирован практический опыт их выполнения. На примере организации учебно-исследовательской лабораторной работы показана возможность привлечения профессионально направленных задач в фундаментальную подготовку бакалавров. Выделены этапы выполнения учебного проекта, даны комментарии по сопровождению. Проанализированы компетенции и их поэтапное формирование и развитие в ходе выполнения проектной лабораторной работы. Приведены критерии оценки компетенций в трехбалльной шкале с детальным описанием. Сделан вывод о влиянии профессионально направленных проектно-исследовательских лабораторных работ на развитие способности студентов организовать работу от идеи до продукта.

Ключевые слова: проектная деятельность студентов, бакалавр металлургии, модернизация инженерного образования, кластеры компетенций, химическая подготовка металлургов, стандарты CDIO.

PROJECT ACTIVITIES CARRIED OUT BY STUDENTS WITHIN A LAB PRACTICUM IN CHEMISTRY CLASS

Koroleva G.A.¹, Dubova I.V.¹, Sanacheva G.S.¹

¹Siberian Federal University, 79 Svobodny Avenue, Krasnoyarsk, 660041, Russia, <http://www.sfu-krsk.ru>

The paper deals with those project activities that are carried out by students – bachelors in first and second years – within a lab practicum in chemistry class. Such activities are carried out as part of the CDIO ideology. The CDIO standards have been defined to determine how lab activities should be carried out. The example of lab work shown in this paper demonstrates that it is feasible to solve professional tasks acquiring fundamental education. Stages of students' project activities have been defined; comments on project assistance have been given. It was analyzed how to develop professional competence stage-by-stage. Competence evaluation criteria have been given (a three-point grading scale.) Some conclusions were made regarding the influence of lab work on the development of students' abilities to organize work from idea to product.

Keywords: project activities, bachelor of metallurgy, engineering equipment upgrade, competence clusters, chemical education of metallurgists, CDIO standards.

Модернизация экономики и промышленного производства является безальтернативным процессом и зависит от качества инженерного образования, требуемого работодателями. Модернизация инженерного бакалавриата основана на переходе от традиционной дисциплинарной модели обучения к компетентностному формату, содержательно ориентированному в большей степени на логику будущей профессиональной деятельности. В основе компетентностной модели выпускников лежит системно-деятельностный подход к обучению студентов. ФГОС ВПО 2009 г. и его проект 2013 года четко регламентируют результаты современного инженерного образования, выраженные в компетенциях выпускника. Компетенция предъявляется, в первую очередь, работодателями и обществом в виде некоторых ожиданий, связанных с профессиональной деятельностью выпускника. Именно уровень ответственности индивидуальных показателей инженера-бакалавра ожиданиям работодателя и со-

циальному заказу общества полагается в качестве основного критерия компетентности - готовности к профессии. В связи с этим доминантой в российском высшем образовании сегодня становится не столько обучение, освоение информации и профессиональных навыков (это было всегда), но, главное, формирование готовности самостоятельно и результативно действовать в реальных жизненных и производственных ситуациях, уметь их диагностировать и принимать целесообразные решения. Необходимым становится перенос акцентов на развивающую функцию образования, на приобретение знаний в течение всей жизни и гармоничное личностно-профессиональное развитие инженера-бакалавра. При массовой подготовке бакалавров по техническим направлениям бакалавриат меняет свои функции, равнозначными выступают как профессиональная подготовка, так и приобщение молодежи к системе социальных связей, норм и ценностей современного общества [4]. Все перечисленное выше составляет профессионально значимые качества инженера, определяющие конкурентноспособность выпускника. Компетентностный подход сегодня востребован и широко реализуется в России и других странах, усиливая практическую направленность обучения, развивая деловые качества и интеллектуальные возможности бакалавра.

Одним из успешных международных проектов по реализации уровневой подготовки компетентного специалиста к инженерной деятельности является прогрессивная и современная концепция модернизации инженерного образования - Инициатива CDIO. Согласно идеологии CDIO современные подходы в техническом образовании базируются на идее интегрированного обучения и подготовки выпускников-бакалавров к комплексной и выпускников-магистрантов к инновационной инженерной деятельности [1].

Проект CDIO был разработан в США с участием ученых, преподавателей и представителей промышленности. Сейчас в рядах сообщества состоят 10 российских вузов, в том числе Сибирский федеральный университет, в 2014 году ему присвоен статус члена сообщества CDIO.

CDIO – это совокупность универсальных рекомендаций для организации инженерного образования. В основе этой концепции - устранение противоречий между теорией и практикой в инженерном образовании. Как показывает опыт, вопрос соотношения теории и практики – один из самых острых вопросов, определивших однозначную ориентацию компетентностного обучения на усиление его практической направленности. Только когда деятельность становится предметом усвоения и, более того, накапливается как опыт, происходит формирование компетенций бакалавра в виде результата его подготовки.

Основные направления международного эксперимента по реализации инициативы CDIO в металлургическом образовании СФУ – партнерство «вуз – компания» проявляются во всех сферах взаимоотношений: от проектирования и реализации инновационной образо-

вательной программы до разработки программно-методического и научного обеспечения учебного процесса [2; 3].

Опыт Национального исследовательского Томского политехнического университета подтвердил универсальность и рациональность подхода CDIO. Аналоги некоторых его содержательных элементов были и в советском образовании, однако носили фрагментарный характер. Действительно, интеграция с наукой и производством всегда в той или иной степени присутствовала в российской высшей школе, но не была закреплена нормативными документами. Ценность Инициативы CDIO – в системном подходе к образовательной деятельности, ее практическом наполнении и степени проработки каждого из его 12 стандартов.

Важную роль в системе подготовки бакалавров направления «Металлургия» имеют фундаментальные дисциплины – математика, физика, химия, формирующие у будущих специалистов базовую компоненту инженерных знаний. Именно фундаментальные знания обеспечивают системность, обобщенность, целостность представлений о современном мире. Новые стандарты – ФГОС 2009 г., ФГОС - проект 2013 г., CDIO, задавая цель и новый формат описания результатов обучения, задают также новое содержание образовательного процесса.

Поскольку профессиональные компетенции не могут быть сформированы одномоментно, то связывание знаний фундаментальных наук со знаниями общетехнических и специальных дисциплин нужно осуществлять преемственно и последовательно, начиная с первого курса, через междисциплинарное содержание курсов, через привлечение задач с элементами профессиональной направленности, через проектную организацию лабораторных работ и т.д. Подход CDIO предполагает введение в учебный процесс проблемного и проектного обучения, с помощью которого студенты не только предложат новую техническую идею, но и осуществят все конструкторские, экспериментальные работы по её воплощению: «придумывай – разрабатывай – внедряй – управляй». Это общий контекст развития инженерного образования в идеологии CDIO.

Опыт вузов, поддерживающих концепцию CDIO, показывает значительный упор начального инженерного образования на проектную деятельность с младших курсов. Традиционно одной из форм организации работы студентов по дисциплине «Химия» является лабораторный практикум, включающий двухчасовые лабораторные работы. Их выполнение обычно носит алгоритмический характер с использованием методических указаний в виде четких предписаний к конкретному эксперименту.

В соответствии с идеологией CDIO на первом курсе при подготовке бакалавров направления «Металлургия» взамен трех типовых лабораторных работ по теме «Растворы электролитов» нами реализуется как творческий проект учебно–исследовательская лабораторная работа «Поведение ионов при совместном присутствии в обменных процессах гид-

рометаллургии» продолжительностью 12 час. (6 час. аудиторной работы, 6 час. внеаудиторной самостоятельной работы). Метод проектов по своей сути есть «способ достижения дидактической цели через детальную разработку проблемы, который должен завершиться вполне реальным результатом» [5]. В нашем случае проект предусматривает командный характер деятельности (группа 4-5 студентов) по получению интеллектуального продукта и ориентирован на изучение раздела дисциплины. Постановка практической междисциплинарной задачи повышает уровень мотивации к обучению.

Стандарт 8 CDIO определяет участие студентов в решении реальных практических проблем через активные формы обучения, что повышает мотивацию студентов к обучению, позволяет достичь желаемых результатов, прививает в них стремление к непрерывному образованию. Из сказанного выше следует, что в проекте должна быть поставлена профессионально ориентированная (научная или технологическая), творческая задача, для решения которой требуются интегрированные знания из различных областей, а также применение исследовательских методик.

В традиционном лабораторном практикуме студенты, усваивая химические понятия, порядок действий в опытах, проводя расчеты и записывая уравнения реакций, не способны соотносить эти знания с будущей профессиональной деятельностью. В проектной работе перед студентами формулируется *проблема*: можно ли присутствием в растворе сильного электролита контролировать процессы гидролиза солей, направляя их в нужную сторону, с возможностью дальнейшего использования в реальном производстве - и определяются этапы реализации проекта (поисково-исследовательский, технологический, заключительный). Методически организуя проектную работу, преподаватели предварительно создают предпосылки научно-практической проблемы и базу для достижения конкретного результата, целенаправленно побуждая студентов занять активную позицию.

Этап поисково-исследовательский. Тема проекта обоснована тем, что в гидрометаллургическом производстве гидролиз нередко является частью технологического процесса и в одних случаях осложняет его, снижая степень извлечения ценных металлов, в других – гидролиз способствует их селективному осаждению в виде соединений. Поведение ионов в растворах при совместном присутствии рассматривается при изучении металлургических технологий в дисциплинах «Теория гидрометаллургических процессов» и «Аффинаж благородных металлов». Преподаватель акцентирует внимание на связь с профессиональными дисциплинами. После ознакомления студентов с практическим содержанием, отражающим реальную инженерную практику, им предлагается самостоятельная работа с различными источниками информации, их обработкой и систематизацией с целью составления задач исследования:

- провести литературный поиск и выбрать метод исследования;
- изучить теоретические вопросы и предложить инструментарий для расчета количественных характеристик процесса гидролиза и его термодинамических параметров;
- организовать рабочее пространство и провести эксперимент;
- обработать полученные результаты и интерпретировать их в виде таблиц и графиков;
- сделать выводы о взаимном влиянии ионов в обменных процессах;
- подготовить отчет и презентацию проекта.

Для поддержки процесса обучения используются информационные технологии. Студенты выдвигают гипотезы решения проблемы, формулируют задачи, выбирают оптимальный вариант проведения эксперимента. В ходе выполнения работы ведется журнал проекта. Члены команды обсуждением определяют позицию, которую они будут занимать в проекте, - наиболее активные становятся руководителями проектов, а кто-то из студентов склонен работать на позиции члена команды. Преподаватель сопровождает аудиторное и самостоятельное выполнение проекта через очные и виртуальные консультации и постепенно формирует культуру проектной работы.

Этап технологический. Студенты выполняют эксперимент, анализируют результаты, обрабатывают данные, формируют общий отчет группы. На этом этапе функция преподавателя - направлять, координировать работу, создавать условия, наиболее благоприятные для проявления творческого потенциала студентов, помочь преодолеть трудности, которые могут возникнуть. Для студентов младших курсов это, прежде всего, отсутствие базы практических знаний, экспериментальных навыков, необходимых для успешной реализации проекта. Для организации самостоятельной работы студентов необходимо наличие и доступность учебно-методического и справочного материала.

Этап заключительный. Это этап защиты проекта и оценки его результатов. Он включает экспертный анализ полученных результатов, анализ выполнения поставленной цели, подготовки доклада и презентации. В оценке принимают участие студенты и преподаватель.

Таким образом, по мере выполнения проекта достигается необходимый уровень химических знаний, умений организовать эксперимент, работать в команде, представлять результаты. Все это пополняет арсенал способностей студентов, формируя их *личностно-деятельностный потенциал*.

Проектную лабораторную работу, на наш взгляд, нужно рассматривать с позиций профессиональной ориентации, творческого исследования, самостоятельной и командной работы. Первая позиция, как основная, нами рассмотрена выше. Понимание студентами того, что химические знания востребованы профессией инженера-металлурга, что даже их первоначальный научный эксперимент имеет профессиональную значимость, способствует

осознанию необходимости собственных усилий в овладении технологией научного поиска, а также важности исследовательского метода в современном практико-ориентированном обучении. Активность студентов в учебном процессе была и остается одним из основных дидактических принципов, без которого невозможны ни исследовательская деятельность, ни самостоятельная работа бакалавров. Проект - это активный процесс без готовых ответов и ситуаций, и студент должен самостоятельно их создавать, реализуя свои личностные качества: логическое и творческое мышление; познавательные, новаторские способности; способность к структурированию и осмыслению информации; к коммуникации с преподавателем и внутри группы. Командная работа в проектном обучении развивает способность студента работать в коллективе, эффективно общаться – уметь слушать, вести диалог, переговоры, достигать компромисса, отстаивать позиции. Организация проектно-исследовательской лабораторной работы в соответствии со стандартами CDIO представлена в методическом руководстве, называемом методическим паспортом проекта.

Сегодня в российском образовании метод проектов отождествляется с формированием и развитием компетенций бакалавров. Стандарт 2 CDIO регламентирует, что по завершении обучения студенты должны иметь необходимые дисциплинарные знания, сформированные личностные компетенции, характеризующие когнитивное развитие выпускника (системность мышления, умение решать задачи, желание проводить эксперименты), межличностные компетенции (профессиональная этика). Анализируя роль фундаментальных дисциплин в формировании и развитии проектно-внедренческой компетентности бакалавров направления «Металлургия», преподавателями кафедры фундаментального естественно-научного образования ИЦМиМ СФУ выделены и согласованы с выпускающими кафедрами три кластера компетенций: информационный (ИК), личностный (ЛК) и профессионально-деятельностный (П-ДК). Перечень компетенций, развиваемых в рамках учебно-исследовательского лабораторного проекта как стратегии научно-практической деятельности студентов, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Компетенции, формируемые по этапам проекта

Кластер	Компетенции ФГОС и ФГОС+	Этапы		
		1	2	3
Информационный	ОК1* - владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения	+	+	
	ОК10*- Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации	+	+	
	ОК12*- Владение способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях	+		

	ПК-1 - способность к анализу и синтезу	+	+	+
Личностный	ОК-5 - способность к самоорганизации и самообразованию	+	+	+
	ОК-3 - способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	+	+	+
	ОК-4 - способность работать в команде, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	+	+	+
Профессионально-деятельностный	ПК-2 - способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы	+	+	
	ПК-4 - готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики химической кинетики, переноса тепла и массы	+	+	
	ПК-5 - способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	+	+	
	ППК-5 - способность выполнять элементы проектов	+	+	+

Анализ показал, что ряд компетенций (ПК-1, ОК-5, ОК-3, ОК-4, ППК-5) являются сквозными. ПК-1 (способность к анализу и синтезу) является одной из важнейших компетенций исследовательской работы. В контексте рассматриваемого проекта компоненты ПК-1 можно описать: *мотивационный* – понимание ценности химической подготовки в контексте будущей профессии инженера-металлурга; *когнитивный* – освоение базовых понятий, операций, методов разделов химии и набора практических задач для их применения; *деятельностный* – умение ставить цели, планировать деятельность, применять химические знания для достижения планируемого результата; *личностный* - субъектная позиция, умение работать в команде, ответственность, творческое и мышление; *рефлексивно-оценочный* – способность к адекватной самооценке участия в эксперименте и интерпретации результатов.

На заключительном этапе проекта важными оказываются критерии оценки проектной деятельности студентов в проектно-исследовательской лабораторной работе. Каждый критерий оценивается от 1 до 3 баллов: 1 – не соответствует, 2 – недостаточно соответствует, 3 – полностью соответствует. Оценка проводится с привлечением в качестве экспертов преподавателей и студентов, оценочные листы составлены в виде матрицы с детальным описанием уровня соответствия критерия присваиваемому баллу.

Таблица 2

Распределение критериев оценки компетенций

Кластеры / компетенции	Критерии		
	Этап 1	Этап 2	Этап 3
(ИК)	Соответствие структуры работы эта-	Качество результа-	Структура и качество

ОК-1, ОК-10, ОК-11, ОК-12, ПК-1	пам (методологии) научного исследования. Корректность определения актуальности, формулировки проблемы, целей, задач. Количество и качество использованных источников. Детальное составление плана проекта	тов исследования (данные и информация). Корректировка целей, задач, плана выполнения проекта	содержания письменного и устного доклада, презентации, статьи на конференцию
(ЛК) ОК-5, ОК-3, ОК-4	Способность к целеполаганию, планированию, творческому отношению к проекту. Создание команды проекта (скорость прохождения этапов развития группы/команды), постановка командных целей, согласование индивидуальных и командных целей, распределение заданий, создание открытого климата общения	Работа в команде, распределение ролей в команде. Участие в обсуждении результатов на семинарах	Соответствие письменного отчета требуемому стилю изложения. Соответствие презентации результатов проектной деятельности требованиям к презентации
(П-ДК) ПК-2, ПК-5, ППК-5, ОПК-4, ОПК-7	Соответствие выбранных методов исследования и междисциплинарных инструментов анализа требованиям проекта	Организация экспериментальной работы. Выполнение отдельных профессиональных операций	Междисциплинарный и профессиональный контекст отчета и защиты

Резюмируя сказанное выше, заключаем, что внедрение в учебный процесс проектных учебно-исследовательских лабораторных работ выводит студентов на новый компетентностный уровень: от фундаментальных знаний к прикладным, от способности предложить идею и провести ее до создания продукта.

Статья написана при финансовой поддержке проекта Минобрнауки России № госрегистрации И121019083105.

Список литературы

1. Всемирная инициатива CDIO (Conceive-Design-Operate-Implement-Operate; Придумывай-разрабатывай-Внедряй-Управляй). - URL: <http://cdio.aspu.ru/> (дата обращения: 18.05.2014).
2. Гафурова Н.В., Осипова С.И., Степанова Т.Н. Базовые идеи модернизации профессионального образования направления «Металлургия» // Фундаментальные исследования. - 2013. - № 11. - С. 1418-1422.
3. Гафурова Н.В., Осипова С.И. Metallургическое образование на основе идеологии CDIO // Высшее образование в России. - 2013. - № 12. - С. 137-139.
4. Голованова Н.Ф. Бакалавриат как педагогическая проблема // Высшее образование в России. - 2009. - № 6. - С. 36-40.
5. Прозументова Г.Н., Малкова И.Ю. Проектирование в высшей школе: содержание образовательного результата // Вестник Томского государственного педагогического университета. - 2007. - № 7. - С. 13-17.

Рецензенты:

Осипова С.И., д.п.н., профессор, профессор-консультант Сибирского федерального университета, кафедра ФЕО, г. Красноярск.

Беляев С.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой литейного производства ИЦМиМ СФУ, г.Красноярск.