Компетентностный подход в проектировании и реализации научно-исследовательской деятельности будущих инженеров

09, сентябрь 2011

авторы: Ершова Н. Ю., Курсков С. Ю., Штыков А. С.

УДК 378.2

ГОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»

ershova@karelia.ru

kurskov@psu.karelia.ru

shtykov@psu.karelia.ru

Введение

В сегодняшней России как никогда востребованы образованные, творчески мыслящие специалисты, способные практически решать встающие перед ними жизненные и профессиональные проблемы, связанные с экономическими, социальными, политическими и культурными преобразованиями, происходящими в стране. В этих условиях перед системой профессионального образования встает задача подготовки не просто грамотной и интеллектуальной, но и гармонично развитой, компетентной личности. Поэтому пониманию современных целей образования в значительной степени соответствуют такие понятия как «компетенция» и «компетентность».

Впервые понятие «ключевые компетенции» было введено в проекте европейского сообщества «Среднее образование в Европе» в 1992 году. В дальнейшем Международная организация труда включила это понятие в квалификационные требования к специалистам. Проект Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» определяет понятие «компетенция» как «готовность действовать на основе имеющихся знаний, умений и навыков при решении задач, общих для многих видов деятельности» [1]. То есть «компетенция» подразумевает не только владение определенными знаниями и умениями, но и способность их использовать при решении широкого круга задач. А «компетентность» – это качество личности, предполагающее владение человеком определенной компетенцией.

Компетентностный подход лежит в основе федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) третьего поколения. На его реализацию

ориентированы основные образовательные программы (ООП) по направлениям подготовки бакалавриатов и магистратур, на базе которых каждый вуз должен разработать собственные ООП.

Модернизация системы образования на базе компетентного подхода требует изменения, как содержания, так и технологий обучения. В перечне профессиональных компетенций особое внимание уделено формированию навыков научно-исследовательской деятельности, способности к созданию новых научных технологий, соответствующих мировым стандартам.

Одним из ключевых вопросов, возникающих в связи с переходом на компетентный подход в образовании, является разработка оценочных средств, позволяющих формировать и оценивать те или иные компетенции. Для определения уровня компетенций студентов и выпускников может использоваться набор инструментов, разработанных ведущими бизнес-школами, консалтинговыми компаниями и службами оценки персонала крупных организаций. К подобным инструментам, в частности, относятся проектная работа, деловая игра, бизнес-кейсы, экспертные наблюдения.

Высшее учебное заведение на основе образовательных программ с учетом их особенностей разрабатывает собственный фонд оценочных средств для определения качества подготовки выпускников по всем специальностям и направлениям обучения.

При оценке компетенций обязательна обратная связь, то есть предоставление студенту развернутого отзыва о результатах его работы с указанием сильных и слабых сторон, а также конкретных рекомендаций. Такой отзыв руководителя может стать дополнительным мотивационным фактором для дальнейшего обучения и развития студента в рамках выбранной им специальности или направления [2].

Анализ традиционных форм текущего и промежуточного контроля учебного процесса показывает, что, за исключением курсовых работ, отчетов по практикам и научно-исследовательской деятельности, ни одна из них не позволяет достаточно полно оценить степень сформированности какой-либо компетенции. То есть по мере освоения конкретных учебных дисциплин на всех этапах обучения проверяются, как правило, знания, умения и навыки, а профессиональные компетенции целесообразней оценивать на этапе итоговой аттестации.

В настоящее время итоговая государственная аттестация в форме выпускной квалификационной работы и/или государственного экзамена является основным способом объективной оценки компетенций выпускника. Поскольку только в этом

случае студент имеет возможность в полной мере «показать способности и умения, опираясь на полученные знания, решать на современном уровне задачи профессиональной деятельности, грамотно излагать специальную информацию, докладывать и отстаивать свою точку зрения перед аудиторией» [2].

Рассмотрим профессиональную компетентность выпускников физико-технического факультета Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ), продемонстрированную в процессе выполнения и защиты выпускных работ студентов, обучающихся по направлению «информатика и вычислительная техника». Для выявления сформированности общекультурных и профессиональных компетенций (ОК и ПК) будем использовать перечень компетенций, приведенный в соответствующих ФГОС [3].

Проект «Научный музей в 21 веке»

В 2010 году несколько квалификационных работ было выполнено для музея физических явлений ПетрГУ, организованного в рамках проекта «Научный музей в 21 веке». Целевая аудитория экспозиции – старшие школьники, студенты естественнонаучных, гуманитарных и технических специальностей. Проект выполнялся силами преподавателей, инженеров и студентов физико-технического факультета ПетрГУ.

В процессе подготовки квалификационной работы бакалавры показали готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3) [3]. Все его участники – студенты не только повысили квалификацию и мастерство (ОК-6), но и научились критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития личности и устранения недостатков (ОК-7). Поскольку проект базируется на одном из самых актуальных направлений фундаментальной науки, студенты в своей профессиональной деятельности активно применяли основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10). При работе над проектом они проявили навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12), а также использовали свои способности работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-13).

Ответственность за результаты своей работы позволила глубже осознать социальную значимость будущей профессии, повысила мотивацию к выполнению профессиональной деятельности (ОК-8).

Таким образом, научно-исследовательская деятельность позволила сформировать у студентов умение обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и проведение экспериментов по проверке их корректности и эффективности (ПК-6) [3].

Квалификационная работа «Разработка одноканального дозатора с обратной связью»

Целью данной работы [4] являлась разработка дозатора жидкости на базе электромагнитного клапана и тензометрического датчика с микроконтроллерным управлением. Практическая значимость состояла в необходимости создания стенда «Самоорганизация кристаллов в растворах (Штурмгласс)» для музея физических явлений.

В рамках проектно-конструкторской деятельности бакалавр разработал техническое задание на разрабатываемый прибор (ПК-1), показав владение методиками использования программных средств для решения практических задач (ПК-2). Принципиальная электрическая схема управляющего устройства на базе микроконтроллера (МК) ATmega16 компании Atmel и схема печатной платы выполнены в системе автоматизированного проектирования электронных схем PCAD.

Компетентность в проектно-технологической деятельности проявилась в умении использовать современные инструментальные средства и технологии программирования (ПК-5). Управляющая программа для МК была написана в программной среде AVR Studio 4 на языке Си. Для компиляции использовался компилятор avr-gcc, входящий в набор инструментальных средств для работы с микроконтроллерами WinAVR. После отладки программа была прошита в постоянную память МК с помощью отладочной платы STK-500. Тем самым бакалавр показал умение устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем (ПК-11).

Навыки монтажно-наладочной деятельности использовались при настройке и отладке программно-аппаратного управления клапаном (ПК-9), умении сопрягать аппаратные и программные средства в составе микропроцессорной системы управления (ПК-10).

Результаты научно-исследовательской деятельности были представлены на студенческой конференции ПетрГУ в апреле 2010 года [5]. Бакалавр также принял участие в подготовке презентаций для проведения экскурсий в медиа-форме,

позволяющей посетителям музея наблюдать эффекты самоорганизации на большом экране. По результатам выполненной работы им был оформлен научно-технический отчет (ПК-7), вошедший в общий отчет по проекту.

В ходе защиты квалификационной работы бакалавр продемонстрировал культуру мышления, способности к обобщению, анализу, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1), проявил умение логически верно, аргументировано и ясно строить устную речь (ОК-2). Государственная аттестационная комиссия оценила работу и защиту на «отлично». В настоящее время работа по созданию новых экспонатов для музея продолжается в рамках магистерской диссертации.

Магистерские диссертации, посвященные внедрению и развитию удаленного доступа к оборудованию

В 2010 году на физико-техническом факультете ПетрГУ были защищены магистерские диссертации, посвященные созданию нового поколения распределенных информационно-измерительных и управляющих систем на основе микроконтроллеров и Ethernet-устройств, обеспечивающих интеграцию управляемых микроконтроллерами приборов в единую сеть [6–8].

Целью данных работ было развитие и модернизация распределенной информационно-измерительной и управляющей системы, предназначенной для изучения неупругих процессов при атом-атомных столкновениях методами оптической спектроскопии. Практическая значимость определялась активным использованием дистанционного эксперимента на базе технологии клиент-сервер как в учебном процессе, так и в научно-исследовательской работе студентов, сотрудников и преподавателей [9–11].

Компетентность выпускников в проектно-конструкторской деятельности проявилась в умении формировать технические задания и участвовать в разработке как аппаратных, так и программных средств вычислительной техники (ПК-4), способности выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации (ПК-5), применяя современные технологии разработки программных комплексов (ПК-6).

Так, разработанная система базируется на Ethernet-устройствах, состоящих из модуля Wiznet WIZ810MJ и AVR-микроконтроллера фирмы Atmel.

Модуль WIZ810MJ содержит элементы, необходимые для организации взаимодействия различных устройств посредством сети Ethernet и стека протоколов TCP/IP. Основу модуля составляет микросхема W5100. На кристалле W5100

аппаратно реализованы все протоколы транспортного, сеансового и сетевого уровней стека протоколов TCP/IP и протокол PPPoE (Point-to-Point over Ethernet) с PAP/CHAP-протоколами аутентификации. Для связи с целевым микроконтроллером предназначен аппаратный интерфейс SPI.

В качестве микроконтроллера для построения сетевых устройств (Ethernet-устройств) был выбран AVR-микроконтроллер ATmega32L с максимальной тактовой частотой 16 МГц.

Программное обеспечение сетевых устройств написано на языке Си для компилятора CodeVisionAVR.

Сервер доступа к сетевым устройствам реализован на языке программирования Java и запускается на микропроцессорной плате ATNGW 100. Данная плата построена на 32-х разрядном микроконтроллере AT32AP7000 с RISC-архитектурой. В качестве управляющего устройства она вполне заменяет персональный компьютер с тактовой частотой 133 МГц и несколькими гигабайтами дискового пространства. Микропроцессорная плата имеет большой набор интерфейсов (USB 2.0, RS-232, Ethernet и др.), а также 62 порта ввода/вывода общего назначения. Плата функционирует под управлением операционной системы Linux.

Для сервера был разработан программный модуль, реализующий взаимодействие последнего с GSM-терминалом Siemens TC-65. Основная функция модуля – обеспечение обмена пакетами между GSM-клиентами (мобильными устройствами) и сервером доступа к сетевым устройствам. Взаимодействие мобильного клиента и GSM-модуля осуществлялось посредством специально разработанного прикладного протокола, который инкапсулируется в SMS-сообщение. В качестве мобильного устройства использовался сотовый телефон с поддержкой Java, для которого был написан мидлет, позволяющий пользователю формировать пакеты с управляющей информацией для удаленной системы.

Следовательно, в научно-исследовательской деятельности магистры применяли одни из самых перспективных методов исследования и решения профессиональных задач, демонстрируя знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий (ПК-1).

Поскольку темы магистерских диссертаций тесно связаны между собой магистрам было необходимо планировать и организовывать работу по разработке аппаратных и программных средств распределенной информационно-измерительной и управляющей системы (ПК-7).

В рамках научно-педагогической деятельности магистры принимали непосредственное участие в учебном процессе, обеспечивая проведение лабораторных практикумов по курсам «Автоматизированные системы для научных исследований» и «Организация удаленного доступа к автоматизированным информационно-измерительным системам» для студентов направления «Информатика и вычислительная техника» (ПК-2).

В течение двух лет обучения в магистратуре студенты совершенствовали свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1), что проявилось в самостоятельном изучении новых методов исследования (ОК-2) (благодаря владению иностранным языком как средством делового общения (ОК-3)), а также в использовании на практике умений и навыков организации исследовательских и проектных работ (ОК-4). А их способности к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (ОК-7), а именно модулей, реализующих интерфейс Ethernet, открывают широкие возможности по созданию распределенных систем управления для научных исследований и промышленного применения без использования программно-управляемой электроники (VXI, PXI и т. д.).

Итоговые и промежуточные результаты работ были представлены в ряде статей и в трудах Всероссийских и зарубежных конференций [12-14].

Государственная аттестационная комиссия подвела итог научно-исследовательской деятельности магистров, оценив все диссертации и их защиту на «отлично». Осенью 2010 года авторы рассмотренных работ поступили в аспирантуру, где успешно продолжают обучение.

Заключение

В ходе итоговой государственной аттестации обязательно наличие таких документов, как отзыв научного руководителя и рецензия на защищаемую работу. Представляется актуальным и практически значимым рекомендовать составление данных документов в терминах общекультурных и профессиональных компетенций, перечисленных в соответствующих стандартах (как это показано выше). Поскольку именно компетентностный подход позволяет научному руководителю сначала целенаправленно выбрать индивидуальные задания, способствующие формированию и выявлению профессиональных и иных компетенций студентов, а затем разработать набор средств оценки степени обладания этими компетенциями. Далее, по результатам выполнения квалификационной работы и ее представлению на защите, можно оценить, владеет ли выпускник заявленными в стандартах

компетенциями (и в какой степени) или нет. С другой стороны, выпускник, зная уровень своей профессиональной компетентности, сможет претендовать на вполне конкретную должность. Тем более что в области информационных технологий важное место наряду с образовательными занимают профессиональные стандарты [15], при разработке которых применялся компетентностный подход. Для девяти наиболее массовых и востребованных профессий (программист, системный архитектор, специалист по информационным системам, системный аналитик, специалист по системному администрированию, менеджер информационных технологий, менеджер по продажам решений и сложных технических систем, специалист по информационным ресурсам и администратор баз данных) устанавливаются требования к профессиональным компетенциям по квалификационным уровням, в структуре которых выделены перечни основных знаний, умений и навыков, требуемых для выполнения должностных обязанностей. И выпускник, имея представление о своей квалификации в терминах ОК и ПК, легко может оценить собственные притязания на ту или иную должность.

Литература

1. Педагогические технологии в высшей школе: учебное пособие / Бабакова Т. А., Горятнина В. В., Кремнева В. Н. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. 176 с.
2. Проблемы оценивания результатов обучения при компетентностном задании требований к выпускнику вуза / Пузанков Д. В. [и др.] // Материалы XI симпозиума «Квалиметрия в образовании: методология, методика, практика». М., 2006.
3. Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) по специальностям и направлениям обучения ПетрГУ. Информатика и вычислительная техника (бакалавриат, магистратура). URL: http://petsu.karelia.ru/Abit/doc_FGOS/index.html (дата обращения: 12.04.2011).
4. Матвеев А. И. Разработка одноканального дозатора с обратной связью: Квалиф. работа ... «Бакалавр техники и технологий» по направлению 230100.62 «Информатика и вычислительная техника». Петрозаводск, 2010. 34 с.
5. Виссарионов А., Матвеев А. Явления самоорганизации в окружающем нас мире // Научно-исследовательская работа студентов: Материалы 62-й науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. С. 177-178.

6. Когочев А. Ю. Распределенная система управления физическим экспериментом на основе Ethernet-устройств: Дис. ... «Магистр техники и технологий» по направлению 230100.68 «Информатика и вычислительная техника». Петрозаводск, 2010. 86 с.

7. Лукьянов А. Ю. Сервер доступа к распределенной системе управления физическим экспериментом на базе микропроцессорной платы ATNGW 100: Дис. ... «Магистр техники и технологий» по направлению 230100.68 «Информатика и вычислительная техника». Петрозаводск, 2010. 59 с.

8. Когут А. А. Клиентское программное обеспечение распределенной системы управления физическим экспериментом на базе Ethernet-устройств: Дис. ... «Магистр техники и технологий» по направлению 230100.68 «Информатика и вычислительная техника». Петрозаводск, 2010. 75 с.

9. Gavrillov S. E., Kiprushkin S. A., Kurskov S. Yu. Distributed information system with remote access to physical equipment // Proceedings of the International Conference on Computer, Communication and Control Technologies (CCCT '03) and the 9th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis (ISAS '03), July 31 – August 2, 2003, Orlando, Florida, USA. Orlando, 2003. V. 1. P. 288-291.

10. Kiprushkin S. A., Korolev N. A., Kurskov S. Yu. Sharing of Instrument Resources on the Basis of Distributed Information Measurement System // Proceedings of the Second IASTED International Multi-Conference on Automation, Control, and Information Technology – Automation, Control, and Applications: ACIT-ACA 2005, June 20 – 24, 2005, Novosibirsk, Russia. Novosibirsk: ACTA Press, 2005. P. 170-175.

11. Курсков С. Ю., Ершова Н. Ю., Мурсалимов О. А. Организация удаленного доступа к микроконтроллерам MCS-96 на базе распределенной информационно-измерительной и управляющей системы поддержки научно-образовательного процесса // Информационные технологии. 2010. №10. С. 68-71.

12. Когут А. А., Лукьянов А. Ю. Разработка программного обеспечения мобильного телефона для реализации удаленного управления экспериментом с помощью GSM-сетей // Четырнадцатая Всерос. науч. конф. студентов-физиков и молодых ученых (ВНКСФ-14, Уфа): Материалы конф., тез. докл. Екатеринбург – Уфа: Изд-во АСФ России, 2008. С. 551-553.

13. Лукьянов А. Ю., Когут А. А. Сервер GSM-терминала Siemens TC65 распределенной системы управления экспериментом // Четырнадцатая Всерос. науч. конф. студентов-физиков и молодых ученых (ВНКСФ-14, Уфа): Материалы конф., тез. докл. Екатеринбург – Уфа: Изд-во АСФ России, 2008. С. 555-556.

14. Когочев А. Ю., Ильинов А. А. Синхронизация в информационно-измерительной и управляющей системе на базе Ethernet-устройств // Материалы Пятнадцатой Всерос. науч. конф. студентов-физиков и молодых ученых (ВНКСФ-15, Кемерово – Томск): Материалы конф., тез. докл. Екатеринбург – Кемерово – Томск: Изд-во АСФ России, 2009. С. 661-662.

15. Профессиональные стандарты в области информационных технологий. М.: ФП КИТ, 2008. 616 с.