

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шелухин О. И., Тенякшев А. М., Осин А. В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях / под ред. О. И. Шелухина. М.: Радиотехника, 2003.
2. Столингс В. Современные компьютерные сети. 2-е изд. СПб.: Питер, 2003.
3. Задорожный В. Н., Кутузов О. И. Моделирование и расчет буферов фрактальных СМО // Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2011): Материалы 5-й всерос. конф. Т. 1. СПб.: ЦТ СС, 2011. С. 156–161.
4. Задорожный В. Н., Кутузов О. И. Проблемы генерации случайных величин с фрактальными распределениями // Омский науч. вестн. 2012. № 3. С. 20–24.
5. Тонг Минь Дык, Кутузов О. И. Оценка влияния самоподобной нагрузки на характеристики очереди // Изв. СПбЭТУ «ЛЭТИ». Сер. «Информатика, управление и компьютерные технологии». 2006. Вып. 3. С. 35–38.

O. I. Kutuzov, S. A. Marfin
Saint-Petersburg state electrotechnical university «LETI»

COMPARATIVE ANALYSIS OF A SELF-SIMILAR LOADING QUEUE

Simulation is evaluated and compared the value of the SMO queue by Pareto and exponential distribution service revenues. Calibration value of scheduling to the size range of communications network traffic is displayed.

Traffic, self-similarity, queue, Pareto distribution, calibration

УДК 378.147

А. И. Водяхо, Д. В. Пузанков
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Т. С. Грицкая, С. В. Сомов
Полтавский национальный технический университет им. Ю. Кондратюка

Архитектурный подход к созданию и сопровождению образовательных ресурсов¹

Рассматриваются возможные подходы к управлению образовательными ресурсами университетов, занимающихся подготовкой ИТ-специалистов. Вводится понятие архитектуры образовательного ресурса, предлагается архитектурный фреймворк, ориентированный на управление образовательным контентом.

Образовательные ресурсы, архитектурный фреймворк, управление образовательными ресурсами

Современный этап развития техники и технологий характеризуется постоянным увеличением сложности создаваемых антропогенных систем,

причем информационной составляющей принадлежит все большая доля, постоянно ужесточаются требования к эффективности системы инженерного образования и, прежде всего, к стоимости, изменяются требования к содержанию образования (образовательному контенту). В этом контексте систему образования можно рассматривать как информационную систему (ИС), ориентированную на работу со знаниями.

¹Работа выполнена в рамках соглашения между СПбГЭТУ и Полтавским национальным техническим университетом им. Юрия Кондратюка о совместной подготовке магистров. Договор от 05.07.2011 г.

Можно выделить следующие возможные подходы к решению задачи повышения эффективности системы инженерного образования: оптимизация учебного процесса, внедрение систем эффективного управления образовательным контентом, активное использование аутсорсинговых образовательных ресурсов, в частности, различных механизмов академической мобильности. Можно считать, что повышение эффективности системы инженерного образования в значительной степени определяется использованием гибких (agile) стратегий управления как собственно образовательным процессом, так и гибких стратегий управления образовательным контентом. Следует отметить, что сама система инженерного образования достаточно консервативна. В настоящее время длительность жизненного цикла образовательных программ составляет до 4 и 6 лет (4 и 5,5 лет в ПолтНТУ) для бакалавров и магистров соответственно, а длительность жизненного цикла образовательного стандарта составляет порядка 10 лет. За это время техника и технология уходят далеко вперед.

Основным потребителем системы инженерного образования является промышленность. С точки зрения промышленности, система инженерного образования – это аутсорсинговая услуга (сервис), которая должна реализовывать функции, связанные с поставками кадров с требуемым уровнем качества. На сегодняшний день промышленность, как правило, не удовлетворена уровнем подготовки специалистов. Это приводит к тому, что промышленность будет переходить от аутсорсинговой к инсорсинговой модели подготовки специалистов. Таким образом, вопрос повышения качества образовательного сервиса до уровня, который бы удовлетворил промышленность, является вопросом выживания инженерного образования. Актуальной для технических вузов следует считать задачу разработки подходов, направленных на повышение эффективности самой системы высшего технического образования, что должно обеспечить повышение ее конкурентоспособности на рынке образовательных услуг.

В настоящей статье описывается архитектурный подход к построению и сопровождению образовательного контента на примере образовательных программ высшего профессионального образования, относящихся к ИТ-отрасли.

Архитектура образовательного ресурса. Архитектурный подход. Основная идея предлагаемого архитектурного подхода к управлению образовательным ресурсом состоит в том, что предлагается использовать архитектурные подхо-

ды к управлению собственно образовательным контентом, что позволяет применить лучшие практики и инструментальные средства, разработанные для других предметных доменов. Образовательный процесс рассматривается как бизнес-процесс, который реализуется в рамках организации, относящейся к классу образовательных учреждений, а подсистема (подсистемы), реализующая образовательный процесс, является ключевым архитектурным элементом организации, принадлежащей к данному классу. Архитектурный взгляд на организацию (в частности, на организацию, ведущую образовательную деятельность) не является чем-то принципиально новым. Это общепринятая практика. Однако применение архитектурного подхода для управления собственно учебным процессом находит ограниченное применение, хотя архитектурный подход позволяет использовать богатый опыт, который уже накоплен применительно к различным классам ИС. Это касается, прежде всего, возможности использовать лучшие практики (фреймворки) и поддерживающие их инструментальные средства. Предлагаемый фреймворк базируется на нашедших широкое применение фреймворках DoD¹, TOGAF², фреймворке Захмана³ и является адаптацией данных фреймворков применительно к конкретной предметной области (управление образовательными ресурсами), а также на модели ITIL/ITSM [1].

Под *архитектурой образовательного ресурса* понимается совокупность основных элементов, входящих в состав образовательного ресурса (преподаватели, методические материалы, материальное обеспечение связи между ними), заинтересованных лиц (Stakeholders), точек зрения (Viewpoints), а также процессов, определяющих процедуру создания и управления жизненным циклом образовательного ресурса.

Предлагаемый архитектурный подход можно рассматривать как архитектурный фреймворк⁴ управления образовательным ресурсом.

¹ The official website of the United States Department of Defense [Electronic resource]: <https://www.us.army.mil> (дата обращения 30.12.13).

² The Open Group Architecture Framework [Electronic resource]: <http://www.opengroup.org/togaf> (дата обращения 30.12.13).

³ The Zachman International e-Commerce Site [Electronic resource]: <http://www.zachmaninternational.com> (дата обращения 30.12.13).

⁴ Стандарт ISO/IEC/IEEE 42010:2011 Systems and software engineering – Architecture description» <http://www.iso-architecture.org/ieee-1471/docs/ISO-IEC-IEEE-latest-draft-42010.pdf> (дата обращения 30.12.13).

Архитектурный фреймворк управления образовательными ресурсами. Архитектурный фреймворк управления образовательными ресурсами представляет собой набор типовых решений и практик для управления образовательными ресурсами подразделений образовательных учреждений уровня кафедр (факультетов), который включает в себя набор точек зрения (viewpoints), которые отражают взгляды на систему со стороны различных заинтересованных сторон. В идеале, все программы и курсы, предлагаемые подразделением, должны быть документированы в соответствии с данным фреймворком.

Ключевым элементом данного фреймворка является репозиторий, содержимое которого доступно всем заинтересованным сторонам (лицам). В качестве объектов управления выступают: образовательный контент, контингент обучаемых, контингент преподавателей, организационная структура подразделения, инфраструктура. Отличительной особенностью предлагаемого фреймворка является ориентация на образовательный контент. Авторы позиционируют данный фреймворк как content centric, т. е., по мнению авторов, ключевым элементом является именно образовательный контент, а способы его организации в курсы и программы – производными. При создании программ и курсов разного назначения, использующих различные формы представления контента и контроля обучаемых, главное – сохранить контент для повторного использования.

Ориентация на образовательный процесс определяет класс ИС, на проектирование которых ориентирован предлагаемый фреймворк, – это ИС, ориентированные на поддержку процесса создания и сопровождения образовательных программ на протяжении всего жизненного цикла образовательного ресурса.

Основными элементами архитектурного описания являются модели (models), виды (view) и точки зрения (viewpoints).

Модель определяется как шаблон (template) для сбора данных разного рода, включая требования, при этом выделяются следующие типы моделей: таблицы, данные в которых представлены в виде строк и столбцов; графические изображения, описывающие структурные и поведенческие аспекты архитектурного решения; отображения, описывающие взаимосвязь между двумя типами информации в форме матрицы; онтологии, явля-

ющиеся расширением онтологии, входящей в состав фреймворка; разного рода временные диаграммы и картинки в свободном формате.

Вид определяется как способ представления связанного набора данных в понятной пользователю форме. Это могут быть документы, таблицы, графики и т. п.

Точка зрения описывает данные, поступающие от одного или нескольких источников, которые организованы таким образом, чтобы быть полезными при принятии решений, и может включать несколько видов. Точка зрения представляет собой упорядоченное множество видов.

Архитектурное описание определяется как множество видов, используемых для документирования архитектуры.

Модели. Основными моделями, входящими в состав предлагаемого фреймворка, являются следующие: модель подразделения (кафедры, факультета), модель предметного домена, модель образовательных ресурсов подразделения (кафедры, факультета), модели потребителей образовательных ресурсов, модель обучаемого, модель преподавателя.

Модель подразделения (кафедры, факультета) описывает подразделение с точки зрения руководства подразделением и руководства организацией и включает в себя следующие элементы: миссию, цели, задачи, реализуемые функции, систему показателей, по которым оценивается эффективность функционирования подразделения, ресурсную модель подразделения, нормативные акты (положения, приказы, распоряжения), которые регламентируют деятельность подразделения.

Модель предметного домена описывает область научных и педагогических интересов подразделения и включает в себя следующие элементы: таксономию предметной области, множество видов на указанную таксономию, отражающих профессиональные интересы преподавателей и научных групп.

Модель образовательных ресурсов подразделения (кафедры, факультета) включает в себя компетентностную модель образовательных ресурсов, спецификации множества имеющихся образовательных модулей, бизнес-правила, описывающие правила работы с образовательными модулями, в частности, формирования модулей более высокого уровня.

В свою очередь, *компетентностная модель* включает в себя дерево компетенций, достижение которых может быть обеспечено подразделением, набором бизнес-правил, описывающих условия получения компетенций. Спецификация образовательного модуля включает в себя преподавателей, методические материалы, материальное обеспечение. Бизнес-правила определяют ограничения, которые накладываются на использование модулей. Например, преподаватель не может поддерживать большое число модулей.

Модель потребителей образовательных ресурсов – это множество частных моделей требований отдельных потребителей или групп потребителей образовательных ресурсов. Модель требований представляет собой компетентностную модель специалиста. В качестве атрибута каждой компетенции выступает ее стоимость для работодателя.

Модель обучаемого представляет собой совокупность нескольких моделей: текущей компетентностной модели обучаемого, целевой компетентностной модели обучаемого, ресурсной модели обучаемого, описывающей его возможности.

Модель преподавателя также представляет собой совокупность нескольких моделей: текущей компетентностной модели преподавателя, целевой компетентностной модели преподавателя, ресурсной модели преподавателя, описывающей его возможности.

Перечисленные выше модели могут быть представлены в виде онтологий.

Точки зрения. В рамках предлагаемого фреймворка определяются 11 точек зрения:

– обобщенная точка зрения (All Viewpoint (AV), которая интегрирует все точки зрения и образует архитектурный контекст для других точек зрения;

– точка зрения, определяющая потенциальные возможности (Capability Viewpoint, CV), использующая такие понятия, как сроки подготовки курса, загрузка преподавателей, наличие свободных аудиторий, обучение преподавателей и т. д.);

– контентная точка зрения (Content Viewpoint), описывающая образовательный ресурс в терминах дидактических единиц;

– операционная точка зрения (Operational Viewpoint, OV), рассматривающая систему с точки зрения сценариев работы, активностей, реализуемых акторами в соответствии с их ролями;

– проектная точка зрения (Project Viewpoint PV), которая рассматривает образовательный ресурс с точки зрения создания;

– сервисная точка зрения (Services Viewpoint, SvcV), рассматривающая образовательный ресурс как совокупность взаимодействующих сервисов;

– точка зрения, учитывающая стандарты (Standards Viewpoint, StdV), в частности, действующие образовательные и технические стандарты, методики, руководства, ограничения и т. п.;

– системная точка зрения (Systems Viewpoint, SV), которая рассматривает систему как совокупность взаимодействующих подсистем, рассматривает способы взаимодействия подсистем и используется преимущественно при необходимости работать с унаследованными системами;

– контекстная точка зрения (Context Viewpoint, CtxtV), рассматривающая образовательный ресурс как иерархию контекстов; контент существует в рамках определенного контекста и выступает в качестве контекста для контента следующего уровня;

– компетентностная точка зрения (Competency Viewpoint), рассматривающая образовательный процесс в терминах компетенций, необходимых для выполнения определенных работ в интересах заказчика, а также компетенций, приобретаемых в процессе обучения;

– педагогическая точка зрения (Educational Viewpoint), которая рассматривает образовательный ресурс в терминах педагогической науки, в частности, в терминах используемых способов подачи материала и проверки знаний.

Заинтересованные стороны (Stakeholders). Применительно к инженерному образованию принято выделять 4 основные группы заинтересованных сторон [2]: студенты, промышленность, университет, общество. Основной заинтересованной стороной, безусловно, является промышленность – потребитель выпускников, однако и сам студент выступает в качестве потребителя образовательных услуг.

Студент при поступлении на работу проходит своего рода экономический тест, по результатам которого определяется его зарплата и соответственно возможность возврата вложений в образование как со стороны студента, так и со стороны общества, если студент обучается на контрактной основе. Таким образом, студент выступает как в качестве продавца, продавая свой труд, так и в качестве покупателя, получая образователь-

ные услуги. Кроме того, студент выступает в качестве получателя выгоды (бенефициария). Следует заметить, что студент не всегда хорошо информирован об инвестиционных аспектах образования.

Представители промышленности обычно достаточно хорошо информированы о том, какое образование получают студенты и в какой степени оно удовлетворяет потребностям конкретного предприятия. Промышленность определяет свои требования к выпускникам преимущественно на этапе приема студентов и выпускников на работу.

Университет в лице преподавателей и администрации выступает в качестве посредника, собирая и интегрируя требования от промышленности, студентов и общества. Университет определяет состав компетенций и то, каким образом студент их получает, и реализует учебный процесс.

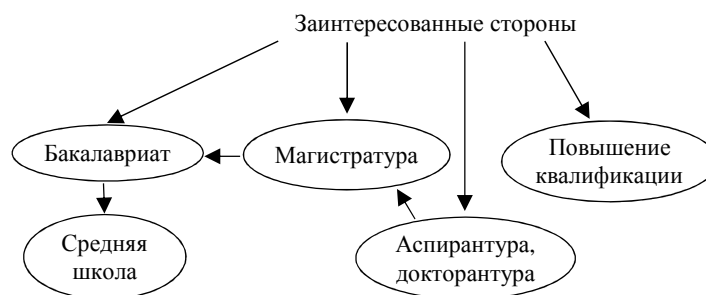
Требования заинтересованных лиц. Общество наряду с промышленностью выступает в качестве потребителя, формируя свои требования к выпускникам и образовательному процессу. За термином *общество* стоит целый ряд заинтересованных сторон, в частности: государство, международные и общественные организации. Государство формирует свои требования к уровню и содержанию образования с помощью двух основных механизмов: образовательных стандартов, системы аккредитаций и определяя число бюджетных мест, выделяемых университету. Требования международных и общественных организаций направлены, прежде всего, на унификацию требований к системе образования. К этой группе требований можно отнести, в частности, ФГОС, требования, определяемые Болонским процессом. СДИО также можно рассматривать как требования общества. Каждая из перечисленных групп заинтересованных сторон имеет собственные точки зрения на цели образования, которые формулируются в разных терминах и могут существенно отличаться. Кроме того, требования к системе образования со стороны конкретного университета, конкретного студента и конкретной компании также могут очень существенно различаться [2].

Требования заказчика (промышленности) можно сформулировать в терминах набора компетенций, которыми обладает выпускник или работающий студент. Заказчика интересует набор компетенций, которыми обладает выпускник, и их уровень. Чаще всего приходится «доводить» нового работника до требуемого уровня, поэтому заказчик оценивает затраты.

Требования студента. Можно выделить 2 основные группы требований, предъявляемых к образовательным программам со стороны студентов: требования, касающиеся востребованности получаемых компетенций на рынке труда; требования, касающиеся трудозатрат, необходимых для получения нужных ему (студенту) компетенций с учетом их ценности. Каждый студент имеет собственную шкалу ценности компетенций, которая зависит от многих факторов, в частности: ценности компетенций на рынке труда; от того, в какой степени студент сориентировался на тот или иной сектор рынка труда. Ценность получаемых компетенций может изменяться по мере продвижения студента по образовательной траектории.

Ценность компетенции. Данный показатель можно рассматривать как оценку эффективности учебного процесса. Можно выделить следующие образовательные траектории: случайный человек, который понял, что не будет работать по специальности, не работает или работает не по специальности, имеет постоянно низкий интерес к получению профессиональных компетенций; студент имеет стабильный интерес, но не определился с работой; студент определился с работой и хочет получить конкретные компетенции, причем на достаточно высоком уровне, при этом студент самостоятельно получил компетенции, которые ему предлагаются в рамках программы. Таким образом, можно утверждать, что значительная часть студентов заинтересована в минимизации затрат на получение компетенций, предусмотренных рамками осваиваемой образовательной программы.

Требования университета. Требования, предъявляемые к образовательным программам со стороны университета, определяются двумя составляющими: требованиями, которые являются детализацией требований, предъявляемых государством, и требованиями эффективности. Детализация требований определяется наличием внутренних положений и регламентов, основанных на образовательных стандартах. Требование эффективности включает в себя следующие элементы: программа должна быть востребована работодателями; программа должна быть популярна среди студентов, т. е., с одной стороны, способна привлечь сильных студентов, а с другой – должны привлекать контрактных студентов; программа не должна быть затратной, т. е. на ее реализацию администрация не должна выделять дополнительные ресурсы; программу с минимальными доработ-



ками можно использовать в системе повышения квалификации; программа должна быть резонансной, т. е. ее можно использовать в качестве рекламы образовательного учреждения. Желательно, чтобы тематика позволяла студентам, аспирантам и преподавателям претендовать на разного рода гранты и участвовать в реальных проектах.

Сервисная модель образовательных ресурсов.

Сервисная модель предназначена для определения реальных потребностей в получаемых обучаемыми компетенциях. Она отслеживает компетенции, которые реально требуются или могут быть востребованы заинтересованным сторонам.

Сервисная модель – это модель реальных потребностей. В самом общем виде сервисная модель приведена на рисунке. Каждой из стрелок ставится в соответствие запрос на получение набора компетенций (стрелке на рисунке соответствует «требования»). Заинтересованные стороны, в качестве которых выступают студенты, преподаватели, промышленность, общество, обращаются к сервисам, в качестве которых выступают бакалавриат, магистратура, аспирантура (докторантура), программы повышения квалификации, для получения требуемых компетенций.

Перечисленные сервисы связаны между собой клиент-серверными отношениями. За каждым из сервисов стоит бизнес-процесс над сервисами более низкого уровня, в качестве которых выступают циклы дисциплин. Каждый из циклов представляет собой отдельный сервис, за которым стоит бизнес-процесс над множеством сервисов более низкого уровня.

При необходимости модель может быть детализирована до уровня курсов и модулей.

Описанный архитектурный подход может быть положен в основу системы управления образовательным контентом программ бакалаврского и магистерского уровней, которая позволит эффективно решать задачи оперативного мониторинга и управления образовательным контентом. Кроме того, система управления образовательным контентом может быть полезна при формировании образовательных программ, предусматривающих академическую мобильность, и целевых программ подготовки инженерных кадров по заказам промышленности. Дальнейшее направление работ по созданию системы управления образовательным контентом связано с разработкой онтологий и инструментальных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Knapp D. The ITSM Process Design Guide: Developing, Reengineering, and Improving IT Service Management. FL: J. Ross Publishing, 2010. 229 p.

2. Crawley E. Rethinking Engineering Education The CDIO Approach. N. Y.: Springer, 2007. 286 p.

A. I. Vodyaho, D. V. Puzankov
Saint-Petersburg state electrotechnical university «LETI»

T. S. Gritskaya, S. V. Somov
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

ARCHITECTURAL APPROACH TO EDUCATIONAL RESOURCES CREATION AND SUPPORT

The paper discusses an architectural approach to development of IT systems for educational resources monitoring and management. An architectural framework is suggested which is to be used to support process of educational resources monitoring and management on the content level for bachelor and master programs.

Educational resources, architectural framework, educational resources management