

В. В. Мартынов, В. И. Рыков, Е. Ш. Закиева

УПРАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ И КОНТЕНТОМ В ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

Рассматривается задача реализации требований к учебному процессу в виде информационного проекта обучения средствами многократно используемых учебных объектов. *Информационная технология; подготовка специалистов; UML; Use Case; модель; обучающий объект; учебный план; SCORM; CORDRA; LOM; компетенции*

Одной из основных задач процесса обучения является своевременная и качественная передача концептуальных понятий обучаемому. В зависимости от требований к уровню компетентности обучаемого в конкретной области компетенций можно выделить академический, технический и операционный уровни обучения.

Академическое обучение предполагает свободное оперирование концептуальным базисом конкретной предметной области и владение аппаратом формирования новых содержательных концептов.

Технический уровень обучения обеспечивает использование множества концептов данной предметной области для разработки новых сложных комплексов концептов в виде технических систем и разработки систем управления указанными системами.

Операционный уровень формирует знания и навыки, гарантирующие профессиональную деятельность по обусловленному регламенту или обнаружение неисправности технического устройства и выполнение комплекса ремонтных или настроечных мероприятий по шаблону.

В каждом из этих случаев содержательное описание соответствующего концепта или комплекса концептов можно оформить в виде многократно используемого учебного объекта, включающего описание связей с другими учебными объектами, последовательность изучения, настройку на начальный уровень знаний и требования к результирующим знаниям и умениям обучаемого и т. д.

Возникает задача формирования качественного учебного курса из определенного набора учебных объектов. Появляется необходимость модификации учебных объектов или выбора наиболее соответствующего варианта, формирования цепочек последовательно вызываемых учебных объектов, поиск подходящих учебных объектов в соответствующих хранилищах и, при

необходимости, формирования новых учебных объектов.

Указанная область представлена высокотехнологичными инструментальными средствами подготовки учебных объектов, технологией управления процессом обучения и хранилищами обучающих модулей [1]:

- свободно распространяемые программы (Moodle (www.moodle.org), Sakai (www.sakai-project.org), ATutor (www.atutor.ca) и Whiteboard (whiteboard.sourceforge.net);
- коммерческие (WebCT/Black board (www.blackboard.com), Graderpoint (www.graderpoint.net), Desire2Learn (www.desire2learn.com) и Learn.com (www.learn.com)).

Рассмотрим информационную составляющую процедуры организации и сопровождения процесса обучения как область приложения методов и средств управления информационными проектами (рис. 1).

Укажем содержание этапов вкратце.

Формирование Use Case модели производства. Данный этап посвящен процессу определения истинных потребностей конкретного производства в специалистах. Проводится анализ структуры бизнес-процессов предприятия с точки зрения потребностей указанных процессов в интеллектуальном обслуживании.

Формирование Use Case модели требований к специалисту. На данном этапе формируется весь объем знаний и умений, необходимый специалисту, работающему в конкретной области технологий. Отметим, что требования указанного этапа обновляются достаточно быстро (Business Use Case Model в терминах Rational Rose).

Формирование Use Case модели требований к выпускнику. Определяется и формируется учебная модель знаний и умений выпускника. Данный объем должен быть достаточен для начала работы выпускника на производстве, что следует из удовлетворения требованиям заданного ГОС по минимуму содержания образо-

вательной программы (ограничение снизу), а сверху объем ограничивается возможностями обучаемого к получению знаний (Use Case Model в терминах Rational Rose).

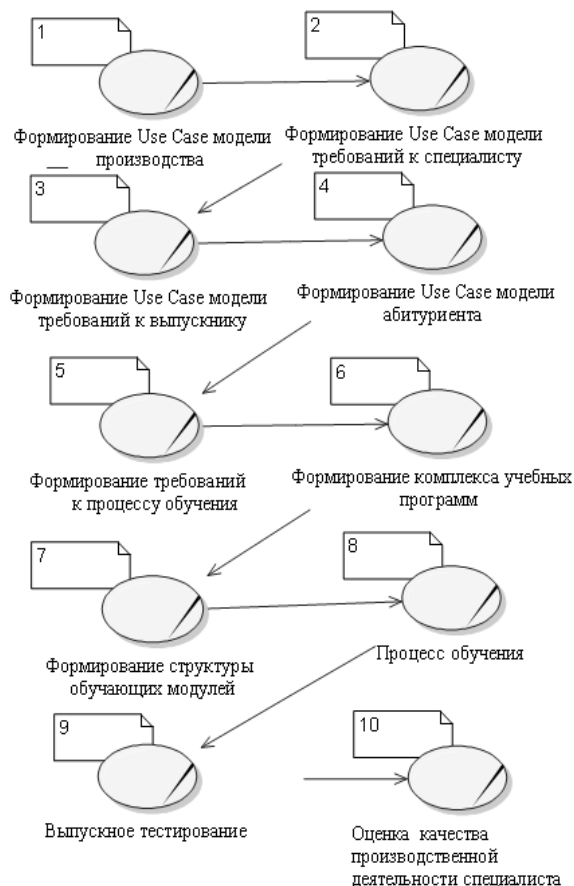


Рис. 1. Этапы реализации концепции подготовки специалистов в области информационных технологий

Формирование Use Case модели абитуриента. Знания абитуриента существенно определяют вид и объем дальнейшей подготовки. Знания зависят от состояния средней школы, конкурса, а для целей переподготовки и индивидуального обучения нуждаются в дополнительном определении (Start Use Case Model в терминах Rational Rose).

Формирование требований к процессу обучения. Данные требования и есть тот объем умений и знаний, который должен дополнить исходные знания абитуриента для достижения им модели выпускника (Use Case Model в терминах Requisite Pro).

Формирование комплекса учебных программ. Данный процесс состоит в разностке требований к процессу обучения по конкретным дисциплинам. Основной проблемой этапа является решение задачи достижимости и равномерности процесса обучения. Решаются задачи

качества учебного процесса. Для этого вводятся метрики учебного процесса и показатели (ограничения) по каждой из метрик. Например, метрикой служит количество внеаудиторных часов, которые студент должен потратить на освоение данного учебного требования. Показателем может служить качество освоения требования в стандартных терминах, а ограничением – количество рабочих часов в сутках (Features Model в терминах Requisite Pro).

Формирование структуры обучающих модулей. Предлагается формализация процесса обучения с точки зрения объектного подхода. Единицей процесса обучения является учебная дисциплина. Программа учебной дисциплины содержит перечень знаний, навыков и умений, достаточный для использования результатов обучения в практической или теоретической деятельности или при изучении последующих дисциплин. В свою очередь, каждая компонента учебной дисциплины реализуется некоторым набором учебных приемов и технологий (блоков), не обязательно уникальных для данной компоненты. Учебные блоки содержат дидактические методы и технологии, объединенные внутренним содержанием. Так, методика информационного моделирования может быть применена в совершенно не сходных по своему назначению учебных дисциплинах. В благоприятных условиях (при наличии соответствующих модулей) дисциплина обучения не разрабатывается заново во всех своих компонентах, а собирается из заранее подготовленных и опробованных учебных элементов (темы лекций, конкретные лабораторные работы и т. д.). Обучающий модуль играет роль класса в объектном программировании (Business Object Model в терминах Rational Rose).

Процесс обучения. Реализация плана обучения специалиста. Каждый обучающий модуль содержит входной и результирующий тесты. Результаты тестирования служат для управления процессом обучения. В случае необходимости, производится корректировка плана обучения и учебных программ, вплоть до времени и стоимости обучения.

Выпускное тестирование. В идеальном случае тестирование выполняется как процесс приемки выпускной работы специалиста со стороны работодателей.

Оценка качества производственной деятельности специалиста. Результаты деятельности специалиста за заданный период оцениваются по шкалам заранее разработанной и согласованной между заинтересованными участниками проекта модели.

Подготовку и реализацию процесса обучения можно определить как процесс формирования и выполнения конкретного информационного проекта в методологии RUP средствами языка UML [2]. В качестве средств, реализующих требования к учебному процессу, можно применить технологию многократно используемых учебных объектов SCORM [3], методологию хранения и поиска указанных объектов CORDRA [4] и формат описания данных LOM [5].

В этом случае, в операциях с проектом, реализующим учебный процесс, используются объектные методы и методологии, которые применяются для определения и формирования структуры, содержания и управления указанным процессом [6].

Предполагается, что требования к конечному результату учебного процесса, стоимость и продолжительность его реализации взаимно согласованы заказчиком и исполнителем проекта в рамках некоторого стандартизированного процесса.

Предполагается также, что для результирующего учебного процесса проводится оптимизация по комплексу дидактических, временных и стоимостных метрик, включающему уровень загруженности студентов, преподавателей, стоимости, времени обучения и т. д.

В стандарте SCORM учебный объект описывается на языке XML. Средствами указанного языка описывается структура учебного объекта, методика его взаимодействия с учениками и технология непосредственной реализации обучающих методов средствами автоматизированной обучающей системы.

Язык XML удобен для использования в автоматических управляющих и распознающих системах, но его выразительные возможности совершенно неудовлетворительны в ситуации диалоговой работы над методической компонентой структуры и содержания учебных объектов при подготовке конкретного учебного курса.

Технология и выразительные возможности XML идеально ложатся на парадигму объектного подхода в информатике. Действительно, средствами XML описывается структура и заголовки функционального наполнения учебного процесса – это соответствует заголовочному файлу программного класса, реализация методов класса соответствует физическим файлам обучающего объекта.

Используем развитую методологию и инструментальные возможности CASE-средств управления информационными проектами

в рамках объектного подхода к области подготовки и управления учебным процессом. Последовательно используется преобразование конструкций языка XML в выражения на языке UML и обратно, включенное в средства систем Rational Rose (и Enterprise Architect) и объектно-ориентированные средства управления процессом подготовки учебных курсов в рамках стандарта SCORM на языке UML. Стандарт LOM позволяет внести требуемые данные о структуре учебных объектов, рассматриваемых как классы, в их XML-представление.

Рассмотрим ситуацию изложения некоторой учебной темы в различных начальных, целевых и технологических условиях. Например, аудитория может иметь некоторый, чувствительно изменяемый от случая к случаю, начальный уровень, технология обучения варьируется по уровню применения технических средств, и цели обучения изменяемы: академическая, техническая и т. д. Предполагается также, что доступен некоторый депозитарий учебных объектов, посвященных изложению набора целевых тем.

Требуется сформировать обучающий курс, достигающий поставленной цели обучения, оптимизированный по некоторой определенной группе педагогических параметров.

Изложим технологию решения указанной задачи средствами объектного CASE-моделирования.

Абстрагирование. Для адекватного использования учебных модулей необходимо наличие четкого описания концептов, содержащихся в данном модуле с указанием отличий от других видов объектов, описанием структуры пространства педагогических метрик и применяемой техники контроля знаний. В этом случае используется диаграмма классов, содержащая начальный, возможно, абстрактный класс и дерево классов потомков. Заметим, что указанное дерево классов может иметь достаточно сложную структуру и содержать виртуальные методы. Приведем упрощенную диаграмму классов учебных объектов, излагающих тему сортировки (рис. 2).

Укажем некоторые принципы объектной организации учебного материала. В иерархии классов учебных объектов, посвященных определенной тематике, выделяется базовый класс, содержащий сведения и методы работы с учениками, общие для всех методик преподавания данной тематики. Например, в базовом классе можно привести основные сведения о предмете и принятые способы проверки знаний учащихся. Классы-потомки уточняют и дополняют базовое содержание обучения в зависимости от кон-

кретной ситуации. Предлагаемая технология особенно удобна при изложении от общего к частному. Базовый класс содержит абстрактные понятия изучаемого предмета, классы наследования посвящены уточнению, применению и практическим сведениям.

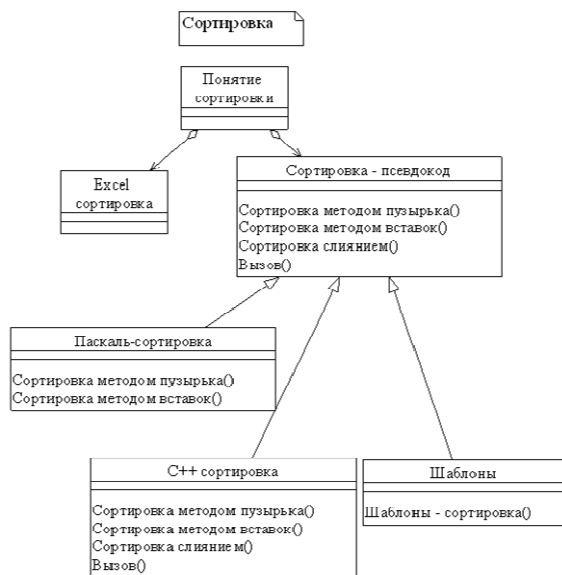


Рис. 2

Инкапсуляция, как свойство учебного объекта, следует из объектного характера стандарта SCORM. Все компоненты учебного процесса: содержание, уровень сложности и строгости изложения учебного материала, структура и содержание входного, текущего и выходного тестирования, управление траекторией обучения являются неотъемлемой частью учебного модуля.

Наследование, понимаемое как возможность построения новых учебных объектов на основе существующих с добавлением или переопределением составляющих учебного процесса, является мощным средством настройки учебного модуля на конкретные условия использования. Введение нового материала в курс может не потребовать изменения управления траекториями обучения или батареи входных тестов. В этом случае учебный блок потомок содержит только блок нового учебного материала и дополнительные тесты, опираясь во всем остальном на порождающий учебный объект.

Требование модульности состоит в сильной связности и слабой связанности тем учебного объекта. Связность понимается как полнота изложения в учебном объекте вопросов, посвященных конкретному понятию или явлению.

Связанность учебного объекта – это число ссылок данного объекта к внешним объектам [6]. Высокая связность учебных объектов позволяет формировать курсы, объединенные архитектурой и технологией изложения.

Иерархия построения учебных модулей состоит в ранжировании или упорядочивании систем абстракций учебного материала, расположенного по их уровням. Построение конкретной системы иерархий учебных модулей тесно связано со свойством наследования. Порождающие модули содержат онтологии более высокого порядка, чем учебные модули – потомки.

В рамках информационного подхода [7], цикл формирования требований к компетенциям специалиста в конкретной области компетенции содержит фазу построения Use Case модели предметной области, Use Case модели требований к специалисту со стороны обучающей организации, построения стартовой Use Case модели обучающегося. В результате формализованной процедуры согласования требований со стороны заказчика и исполнителя, сформулированных средствами языка UML, возникает итоговая исполняемая Use Case модель облика специалиста.

Каждое требование реализуется средствами имеющихся в депозитории или подлежащих построению учебных объектов.

Реализация требований к специалисту и управление последовательностью обучения – построение цепочек вызова учебных объектов визуализируется диаграммами последовательности.

На рис. 3 показана диаграмма последовательности языка UML, реализующая требование к владению технологией сортировки слиянием средствами языка C++ в рамках иерархической диаграммы классов, приведенной на рис. 2. Диаграмма последовательности задает метод объекта, используемого в данный момент времени. Технология диаграммы последовательности позволяет фиксировать, анализировать и менять динамическую структуру учебного курса.

Рассмотрим место стандарта LOM в технологии управления подготовкой и реализацией учебного процесса как информационного объекта. Модель данных LOM имеет иерархическую структуру и включает как агрегаты данных, так и простые элементы (листья на иерархическом дереве) [8].

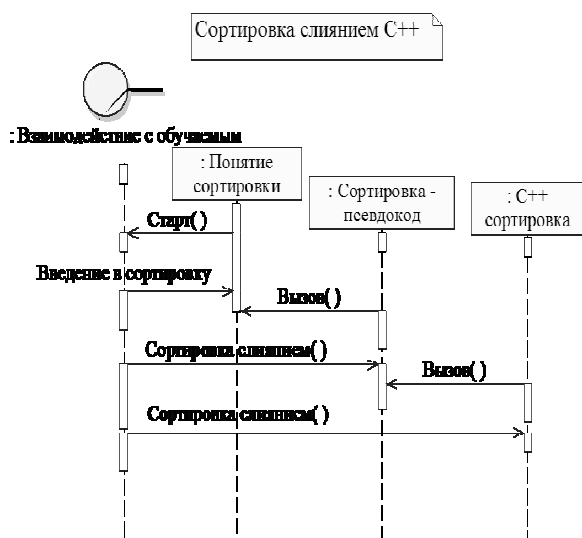


Рис. 3

Выделим разделы стандарта, задающие классификационные категории учебного объекта для целей поиска, идентификации и условий использования данного объекта как части общего курса, и категории связей конкретного объекта на множестве других учебных объектов с требуемой онтологией:

- общая категория объединяет информацию об учебном объекте в целом;
- техническая категория группирует технические требования и характеристики учебного объекта;
- образовательная категория объединяет образовательные и педагогические характеристики;
- права – информация о правах интеллектуальной собственности и условиях использования учебного объекта;
- категория связей (реляций) определяет понятия, определяющие взаимосвязи между данным и иными учебными объектами;
- классификационная категория определяет место данного объекта в пространстве той или иной классификационной схемы.

Обозначим элементы указанных разделов, обеспечивающих функциональное управление содержанием учебного курса с точки зрения объектного подхода.

Элементы «Идентификатор», «Каталог», «Вхождение» и «Название» раздела «Общая категория» определяют глобальное однозначное наименование учебного объекта, один или несколько каталогов, задающих схему пространства имен и соответственные значения указанного идентификатора в заданном пространстве имен. Поиск требуемого объекта уточняется элементом «Ключевое слово», описывающим

тематику учебного объекта. Элементы «Структура» и «Уровень агрегирования» позволяют оценить структурную сложность функциональной организации объекта поиска.

Элементы «Формат», «Размер» и «Местонахождение» технической категории определяют соответственно вид программного обеспечения, необходимого для использования ресурса, его размер в байтах и универсальный указатель ресурса, URL или метод, который позволяет определить местонахождение ресурса. Дополнительно средствами элементов «Тип» и «Название» можно задать вид программного обеспечения и тип операционной системы. В случае, когда использование учебного объекта требует особых технологических или программных условий, используются средства, подчиненные элементу «Требования». Достаточно важным при компоновке учебного курса является элемент «Длительность».

Средства раздела «Образовательная категория» используются для объектного формирования подчиненного курса единой методической направленности, оптимально взвешенного в плане некоторого комплекса педагогических метрик. Применяются измерения задающие «Тип интерактивности», преобладающий режим обучения, поддерживаемый учебным объектом в промежутке между активным обучением, когда учащийся самостоятельно добывает знания методом стимулирования со стороны системы обучения до пассивного изучения курса. Обычно активные учебные объекты включают в себя интеллектуальные тесты, средства формирования и прогона учебных моделей.

Элемент «Тип учебного курса» определяет преобладающую форму изложения материала: текст, графика, упражнения, таблица, слайд и т. д. Уровень интерактивности задает уровень возможностей обучаемого по управлению поведением учебного объекта.

Одним из важнейших параметров является «Семантическая плотность». Данный параметр описывает не сложность излагаемого материала, а плотность упаковки определенного объема концептов в некоторый объем. Примером в данном случае может служить текстовое описание некоторого физического явления и экранный ролик, демонстрирующий особенности данного явления в виде действующей модели.

Элемент «Роль предполагаемого конечного пользователя» совпадает с понятием Actor в UML. Смысл элемента «Контекст» совпадает с ранее введенным понятием «Уровень обучения». Два последних элемента «Сложность» и «Типичное время изучения» определяют уси-

лия, затрачиваемые на изучение материала данного учебного объекта для некоторой конкретной аудитории.

В категории «Права» определяющими являются элементы «Стоимость» и «Права копирования».

«Категория связей». В данной категории содержится информация о взаимодействии данного учебного объекта с другими учебными объектами. Учебный объект может быть частью описываемого целого, ссылаться на объект, являться его основой и т. д. Ссылка на учебный объект связи задана в элементе «Ресурс». Данный элемент содержит поисковые данные в формате, аналогичном формату описания объекта в «Общей категории».

Категория «Аннотация» позволяет получить оценку учебного объекта со стороны сообщества, а категория «Классификация» – задать место данного учебного объекта в данной таксономии. Заметим, что можно привести несколько различных таксономий с различным набором иерархических уровней. Одно и то же свойство объекта может принадлежать различным таксонам.

Технология описания структуры учебных объектов в виде XML-файлов и хранение функциональных данных в виде физических файлов позволяет выбрать оптимальную стратегию формирования учебных курсов. Возможным подходом является дублирование структуры и содержания вспомогательных учебных объектов в рабочие учебные объекты. С нашей точки зрения, более технологичной является методология последовательного описания используемых учебных объектов в виде диаграмм классов с описанием связей между указанными объектами. Данный подход позволяет включить объектную структуру взаимозависимых объектов в некоторую таксономию и использовать преимущества указанного описания систем учебных объектов при формировании конкретных учебных курсов. В указанном случае идея многократности использования учебных объектов, лежащая в основе стандарта SCORM, получит максимальную законченность и практичность за счет единства материала и подхода к его изложению (инкапсуляция), реализованному в используемых учебных объектах.

Данная работа доводит до практического применения технологическую цепочку разработки и реализации учебного процесса средствами развитых CASE-технологий с применением многократно используемых учебных объектов на базе SCORM-, CORDRA- и LOM-стандартов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сервисные платформы электронного обучения / Д. Диклейн [и др.]. Колледж Тринити (Дублин, Ирландия) [Электронный ресурс] (declan.dagger/oconnoat/slawless/walsh8/vincent.wade@cs.tcd.ie).
2. Кролл П., Кратчен Ф. Rational Unified Process – это легко. Руководство по RUP. М.: КУ-ДИЦ-ОБРАЗ. 2004. 432 с.
3. SCORM® 2004 3rd Edition Content Aggregation Model (CAM) Version 1.0i ©2006 Advanced Distributed Learning.
4. Интернет-ресурс (www/adlnet.gov/technologies/CORDRA/index.aspx).
5. IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata v1.3, P.Barker, L.Campbell, A.Roberts, C.Smythe, IMS/GLC. August 2006.
6. Гузаиров М. Б., Мартынов В. В., Рыков В. И. Управление процессом обучения на основе объектного подхода // Вестник УГАТУ. 2007. С. 46–53.
7. Гузаиров М. Б., Мартынов В. В., Рыков В. И. Методика управления научными исследованиями и подготовкой специалистов в области CALS (ИПИ) технологий // Вестник УГАТУ. 2006. № 2(15). С. 92–101.
8. Интернет-ресурс (http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf).

ОБ АВТОРАХ



Мартынов Виталий Владимирович, проф., зав. каф. экон. инф., рук. Баш. РЦНИТ. Дипл. инж.-мех. (МПИ, 1981). Д-р техн. наук по автоматизир. системам упр-я (УГАТУ, 2000). Иссл. в обл. инф. систем и технологий, иссл. операций.



Рыков Виктор Иванович, доц. той же каф. Дипл. математик (БГУ, 1968). Канд. физ-мат. наук по спектральн. анализу диф. операторов (МГУ, 1976). Иссл. в обл. инф. систем и технологий.



Закиева Елена Шавкатовна, доц. каф. техн. киб. Дипл. инж.-системотехн. (УГАТУ, 1993). Канд. техн. наук по автоматизации технол. процессов (УГАТУ, 2000). Иссл. в обл. упр-я соц.-экон. процессами и системами.