

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ПЛАНИРУЕМОГО ОБУЧЕНИЯ

Кубеков Б.С., Жаксыбаева Н.Н., Нурмагамбетова А.Т.

Университет «Туран», г.Алматы, Республика Казахстан, b.kubekov@mail.ru

Для развития современного инженерного образования уже недостаточно влияния человеческого капитала. Необходимость изменений в структуре образовательных организаций и тенденций в организации учебного процесса, обуславливают во-первых, применение инновационных методик представления и организации знаний; во-вторых, разработку дисциплин и учебных планов на компетентностной основе и взаимосвязи индивидуальных способностей обучающихся с бизнес - требованиями рынка труда, в-третьих - персонализацию обучения, предполагающую гибкость образовательных ресурсов и услуг за счет применения интерактивной образовательной среды и инструментальных средств обучения.

С учетом современных требований, предъявляемых к ИТ - специалистам, происходит активное развитие проектного метода обучения, ориентированного на обучающегося и интегрированного с проблемами и опытом реального производства. Развитие информационных технологий положило начало концепции Smart-образования, в основе которой лежат идеи индивидуализации обучения, привлечения студентов к инженерной деятельности на ранней стадии обучения, усиления их мотивации к профессиональному обучению, в соответствии с инициативой CDIO [3].

В связи с поставленными проблемами и требованиями по подготовке инженерных кадров, в статье предлагается инновационная методика формирования образовательных ресурсов планируемого обучения CDIO Syllabus, ориентированная на решение проблемы адаптации образовательных программ и процессов к современным требованиям по подготовке инженерных кадров, и возможности индивидуализации обучения, как того декларирует кредитная технология обучения.

В постиндустриальную эпоху в развитых странах мира возникла и стала определяющей новая модель университета – предпринимательский университет, что обуславливает:

- изменение соотношения между фундаментальными и прикладными науками и исследованиями в пользу последних;
- переход от предметно-ориентированной к личностно-ориентированной модели обучения;
- мотивацию к изучению теоретического материала потребностью решения практических задач, тем самым усиливая практический аспект образования;
- пересмотр формата представления учебного контента от традиционного к контекстно - знаниевому, пропозициональному представлению, с привлечением инженерии знаний.

Несмотря на гибкие и разнообразные технологии, методы и средства, применяемые в образовании, потребуются существенные усилия по переходу индустриального общества к обществу инноваций. Такая инновационная эпоха предполагает переход на новые подходы по планированию и управлению образовательными программами и процессами.

В статье рассматривается методика формирования знаниевых компонент учебного контента на основе онтологии, и их использования для проектирования дисциплин учебного плана специальности и проведения занятий. Цель методики заключается в активизации учебно - познавательной деятельности обучающихся через экстенсивное воздействие на её структурные составляющие. Активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся - едва ли не центральная проблема современной дидактики, а активные методы обучения - основная забота предметно-методических систем. Практически все

психологи едины во мнении, что познавательная деятельность связана не только с мышлением, но и включает в себя восприятие, память и внимание [2].

Инновационная деятельность в образовании в первую очередь должна быть направлена на использование образовательных и информационных технологий, в рамках единой парадигмы образования, под которой будем понимать базовую модель конкретного способа организации учебной информации на основе свойств общности и изменчивости и, в целом, как ведущий подход по формированию образовательных программ и процессов на базе проектно-компетентностной метода обучения [4].

Парадигма образования (от греч. *paradeigma* - пример, образец) исходная концептуальная схема, модель постановки проблем и их решения в области образования. Парадигмы образования - устоявшиеся и общепринятые идеи, теории или учения, которыми реально руководствуются все работники сферы образования при организации и управлении процессами обучения. Каждая парадигма реализуется через свои цели, принципы, содержание и соответствующие технологии. Переход на новую парадигму образования требует от высшей школы не просто репродуктивной передачи данных от преподавателя к студенту, а формирование активной учебной деятельности.

В основе предлагаемой методики формирования знаниевых компонент учебного контента приняты концепции:

- инженерии предметной области и формализации знаний;
- онтологического инжиниринга для представления и организации семантических знаний образовательных ресурсов;
- объектного и порождающего программирования;
- построения системных абстракций образовательных ресурсов на основе свойств общности и изменчивости, что делает такие ресурсы гибкими и адаптивными к изменяющимся требованиям рынка труда и условиям обучения.

Рассмотрим возможность представления образовательных ресурсов с помощью онтологии и характеристической модели.

Онтология определяет концептуализацию, которая лежит в основе формализма представления знания [7]. Моделирование характеристик является основной методикой выявления и фиксации общности и изменчивости на понятиях в онтологии и на свойствах характеристик, что дает возможность разрабатывать повторно используемые образовательные компоненты и применять их для проектирования дисциплин учебного плана специальности и для адаптации образовательных программ к требуемым профессиональным компетенциям выпускника университета.

Применение онтологии и характеристических моделей в образовательном процессе требует:

- проведение анализа структуры и организации образовательных ресурсов специальности;
- создание визуально-мыслительных образов, с помощью ассоциативного связывания понятий в структурные элементы образовательных ресурсов, позволяющие формирование целостной системы знаний как в рамках отдельного курса, так и специальности в целом;
- включение механизмов воздействия визуально-мыслительных образов образовательных ресурсов на обучающихся, способствующих повышению их когнитивной способности, и приобретению профессиональных навыков и практических умений.

Процесс построения онтологии начинается с выявления базовых абстракций образовательного ресурса, называемых *опорными понятиями*, набор которых определяет *семантические знания* образовательного ресурса. Каждое опорное понятие, в свою очередь, может быть идентифицировано своими конкретизирующими понятиями.

Под онтологией опорного понятия будем понимать иерархическую структуру из конкретизирующих понятий, связанных отношениями «Композиция», «Агрегация» и «Альтернативный выбор».

Следующим артефактом среды является *характеристическая модель* опорного понятия. Если с помощью онтологии опорного понятия описываются знания, то характеристическая модель реализует конфигурационный аспект онтологии, за счет свойств общности и изменчивости понятий онтологии.

Для получения различных архитектурных решений системы обучения необходима база образовательных компонент повторного использования, что позволит переходить от решений, рассчитанных на единичное применение, к автоматизированному производству множества разнообразных решений. В порождающем программировании, системой достижения такой цели служит инженерия предметной области [5]. В наших построениях под инженерией предметной области будем понимать инженерию образовательного ресурса, то есть онтологический инжиниринг образовательного ресурса с целью формирования знаниевых компонент многократного применения, с последующим использованием компонент для проектирования дисциплин специальности, разработке учебных планов и индивидуальных траекторий обучения, а также непосредственно в учебном процессе.

Общность требований к отдельным образовательным ресурсам и соответствующим компонентам, в рамках дисциплины или цикла дисциплин специальности, обуславливает схожесть их характеристик, что позволяет адаптировать образовательные ресурсы к требованиям рынка труда и профессиональным компетенциям обучающихся.

Знаниевые компоненты многократного применения должны отличаться от традиционных образовательных ресурсов значительно более существенной изменчивостью, а основной методикой выявления и фиксации изменчивости является именно моделирование характеристик. Характеристики совершенно незаменимы при формулировании кратких описаний образовательных ресурсов, между экземплярами которых существуют значительные различия, а также в дифференциации экземпляров этих ресурсов.

Таким образом, характеристические модели дают возможность применения дополнительных формализмов для моделирования и представления семантического содержания образовательных ресурсов.

Формализация - метод исследования, в основе которого лежит отображение содержательного знания в знаково - символическом виде (формализованном языке).

К наиболее часто используемым формам отображения знаний традиционно относятся продукционная, сетевая, фреймовая, алгебраическая модели, графы и множества. В искусственном интеллекте знания о предметной области представляются в виде иерархии структурированных объектов, связанных между собой отношениями. На этой идее базируются такие формализмы отображения знаний, как фреймы, семантические сети, а также язык объектного моделирования UML, который являясь языком представления знаний в виде иерархии структурированных классов, позволяет описывать декларативные знания предметной области.

Вводимые далее правила представления знаний основаны на следующих концепциях[8,9]:

1) Семантическое знание образовательного ресурса можно представить произвольным набором опорных понятий, каждый из которых подлежит идентификации своими дочерними понятиями.

2) Понятием (concept) назовем любую мысль, в которой отражаются существенные свойства и связи предметов и явлений образовательного ресурса. Понятия можно представить, как "ориентиры", с помощью которых происходит систематизация знаний. В то же время, понятия субъективны, так как их семантика определяется контекстом применения.

Все дальнейшие рассуждения относительно образовательных ресурсов, будут вестись непосредственно в плоскости *учебного контента* рабочей программы или дисциплины специальности.

3) Онтология - это подробная спецификация понятийной структуры учебного контента.

Основное назначение онтологии заключается в определении формальной семантики некоторого знания, в сочетании с удобными формами хранения и представления для восприятия.

Потребность в разработке онтологии возникает в связи с необходимостью:

- совместного использования общего понимания структуры понятий учебного контента;
- моделирования понятий учебного контента, что требует проведения анализа соответствия между объектом и его свойствами и для восприятия объекта в качестве варианта понятия;
- проектирования системных абстракций учебного контента на основе свойств общности и изменчивости;
- повторного использования знаний при проектировании образовательных программ.

4) Онтология определяется как тройка множеств: $O_m = \langle C, R, F \rangle$, где C - множество понятий (терминов) учебного контента; R - множество отношений между понятиями; F - множество функций интерпретации, определения которых заданы на отношениях между понятиями в онтологии.

5) Родительское понятие - абстрактный компонент общего характера, выражающий общность для всех своих дочерних понятий. В дальнейших построениях под родительским понятием будем понимать *опорное понятие* учебного контента.

6) Экземпляром родительского понятия будем считать конечное множество конкретизирующих понятий онтологии, связанных друг с другом отношениями "Композиция", "Агрегация" и "Альтернативный выбор", с помощью которых осуществляется семантическая идентичность каждого из конкретизирующих понятий с его родительским понятием.

7) Визуально онтология представляется ориентированным графом - G , вершинами которого являются понятия, а ребрами - отношения между ними. Корневая вершина графа - опорное понятие учебного контента, идентификация которого ограничивается не более чем двумя уровнями дочерних понятий иерархии. Необязательное конкретизирующее понятие графа является висячей вершиной, то есть вершиной, не имеющей своих дочерних конкретизирующих понятий.

8) Заключительной концепцией является категория "Семантическая идентичность", для которой введем следующие определения функции интерпретации на соответствующих отношениях между понятиями онтологии:

Определение 1. Отношение "Композиция" - отношение, в котором отражается свойство общности для дочернего понятия, и обязательность присутствия дочернего понятия во всех экземплярах родительского понятия.

Определение 2. Отношение "Агрегация" - отношение, в котором отражается свойство общности для дочернего понятия, и необязательность присутствия дочернего понятия в экземплярах родительского понятия.

Определение 3. Отношение "Альтернативный выбор" - отношение, в котором отражается свойство изменчивости дочернего понятия и необязательность его присутствия в экземплярах родительского понятия.

Для отображения знаний принята алгебраическая модель знания, которая представляется в виде *выражения знания* - специально разработанной нотации, представляющей собой последовательность понятий и операций над ними, с помощью которых идентифицируется *опорное понятие* онтологии.

Например, в следующем выражении знания $C_i \leftarrow C_{i1}(*C_{1\sim}+C_2)+C_{i2}$; опорное понятие C_i идентифицируется обязательным понятием C_{i1} и необязательным понятием C_{i2} , где обязательное понятие C_{i1} , в свою очередь, конкретизируется двумя дочерними понятиями: обязательным понятием C_1 и альтернативным ему необязательным понятием C_2 . Онтологическая модель знаний в виде графа содержит основные элементы определяемые понятиями (рисунок 1).

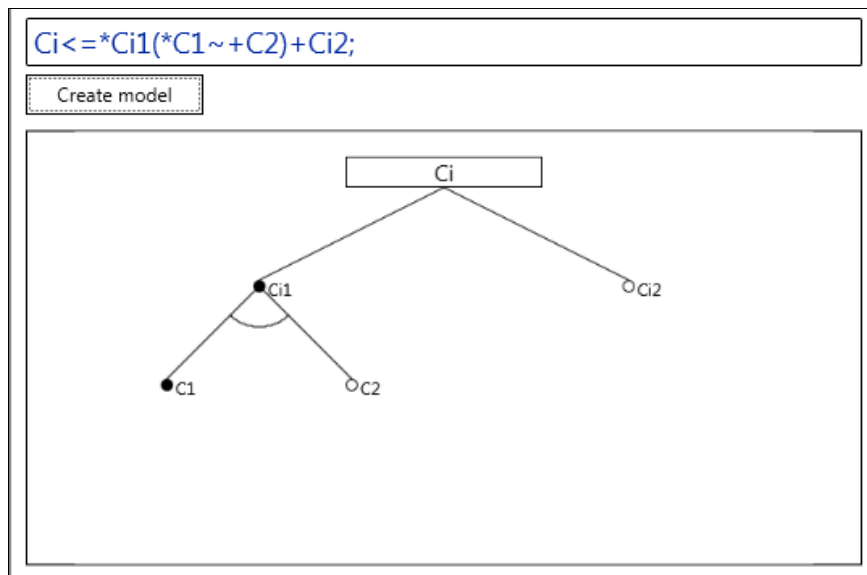


Рисунок 1- Онтологическая модель знаний

Как видно из приведенного примера, выражение знания имеет формат оператора, в котором символ '<=' обозначает отношение «импликация», то есть отношение, при котором набор из понятий C_{i1} , C_1 , C_2 и C_{i2} влечет идентификацию опорного понятия C_i , или, другими словами, импликация ассоциируется с причинностью.

Рассмотрим пример описания онтологий опорных понятий одного из этапов инициативы CDIO, связанного с реализацией проекта "Банковская система типа клиент-сервер". Из онтологий опорных понятий будут формироваться знаниевые образовательные компоненты планируемого обучения CDIO, и использоваться для проектирования дисциплины "Технология разработки распределенных приложений", учебного плана специальности "Программная инженерия". В качестве образовательного ресурса была использована монография Хассана Гома - UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений [1].

На этапе «Conceiving - Задумка» происходит: изучение потребностей в продуктах инженерной деятельности и возможностей их удовлетворения; аудит предметной области проекта; формирование видения будущей системы и ее функционала; определение технологии и верхнего уровня архитектуры системы; планирование производства продукции (технологий, технических объектов, систем и технологических процессов); составление концептуальных, технических и бизнес-планов; проектный менеджмент разработки и производства продуктов; оценка трудозатрат и корректного объема затрат бюджета проекта на задумку системы.

Для спецификации артефактов программного обеспечения проекта, выполняется анализ требований технического задания, формулируется содержательная постановка задачи, строится модель предметной области, определяются подзадачи и разрабатываются методы их решения. На этапе Conceiving также целесообразно формировать тесты для поиска ошибок в программном обеспечении проекта.

Компетентностная модель этапа Conceiving представляется набором опорных понятий *профессиональных, базовых и дополнительных* компетентностей, определяющих необходимый и достаточный уровень семантических знаний для разработки артефактов проекта "Банковская система типа клиент-сервер".

При анализе учебного контента соответствующих разделов монографии Хассана Гома, связанных с этапом Conceiving, было выделено семь опорных понятий. Каждое опорное понятие представлено онтологией в виде иерархической структуры из конкретизирующих понятий. Для описания знаний использована алгебраическая модель знания, представляемая выражением знания, а визуально - понятийным графом.

В качестве примеров визуализации опорных понятий, приведем два примера их представления, в виде ориентированного графа: на рисунке 1- опорное понятие С₁- Инженерия требований, а на рисунке 2 – опорное понятие С₅ – Технологии параллельной и распределенной обработки.

Применение данной методики для всех последующих этапов CDIOI, дает возможность определить необходимый и достаточный набор *профессиональных, базовых и дополнительных* компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся для успешного выполнения проекта «Банковская система типа клиент-сервер».

Данная методика реализована в виде приложения, предоставляющего возможность формирования знаниевых компонент планируемого обучения CDIO Syllabus для проектирования профилирующих дисциплин специальности и формирования вариативной части учебного плана, с точки зрения требований рынка труда, а также предпочтений и возможностей обучающихся (рисунок 2).

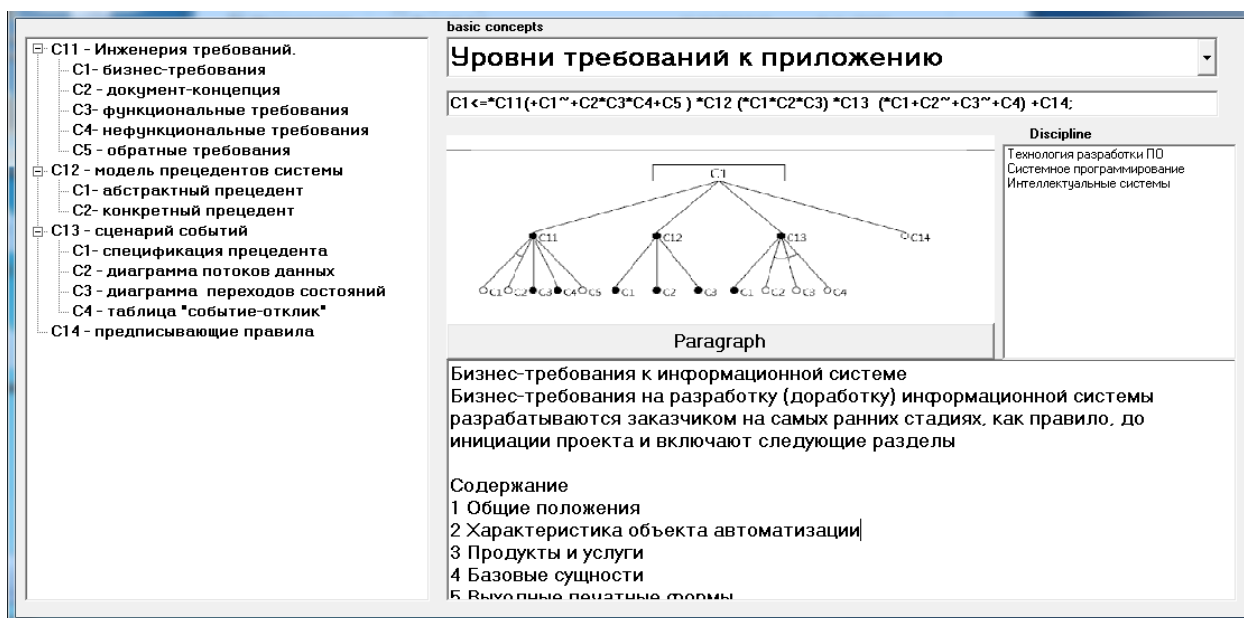


Рисунок 2- Формирование знаниевых компонент

Обучающий эффект предлагаемой методики связан с повышением когнитивной способности студентов и, в целом, с развитием эпистемологической функции компетентностного подхода.

Таким образом, в данной статье показана методика формализации знаниевых компонент планируемого обучения CDIO Syllabus с применением онтологического инжиниринга, концепций и стандартов инициативы CDIO. В качестве исходного образовательного ресурса использована монография Хассана Гома: UML.

Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений, в которой, для этапа *Conceiving*, было выделено семь опорных понятий компетентностной модели, разработаны онтологии этих опорных понятий и приведены описания онтологий соответствующими выражениями знаний. С помощью Cytoscape.js - биоинформатической платформы, показаны примеры визуализации опорных понятий.

Список литературы

1. Гома Хассан UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений: Пер. с англ.-М.: ДМК Пресс, 2014.- с.704

2. Елина Е.Г., Фризен М.А. Образовательные технологии и методы высшей школы в США и странах Европы. ж. Образовательные технологии. Издательский дом "Народное образование", 2013. №1- с.31-37.
3. Кроули Е.Ф., Программа CDIO: Описание целей и задач бакалаврского инженерного образования, Доклад CDIO №1 изд. МИТ, 2001. - Режим доступа: <http://www.cdio.org>
4. Хуторской А.В. Компетентностный подход в обучении. Научно-методическое пособие. - М.: Издательство «Эйдос», 2013. - с.73 (Серия «Новые стандарты»).
5. Чарнецки К., Айзенекер У. Порождающее программирование: методы, инструменты, применение. Для профессионалов. - СПб.: Питер, 2005- с.731
6. Kubekov B., Utebergenov I. The use of multiparadigm approach to knowledge modeling.- // 7th International Conference on Education and New Learning Technologies".- Barselona (Spain), 6th-8th of July 2015.- pp.136-141
7. Kubekov B., Kuandykova J., Utebergenov I., Utegenova A. Application of the conceptual model of knowledge for formalization of concepts of educational content //9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies AICT2015.- Rostov-on-Don, 14-16 Octoube 2015.- pp.294-306
8. Kubekov B., Utegenova A., Naumenko V. Applying of ontological engineering to represent knowledge and training sessions. 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies -AICT2016, Baku (Azerbaijan), 12-14 October 2016, pp.115-118.
9. Kubekov B. Educational components formation technology for the planned CDIO SYLLABUS education. 9th annual International Conference of Education, Research and Innovation - ICERI2016, Seville (Spain), 14-16 November, 2016, pp.6139-6145.