

DOI: 10.37943/AITU.2020.1.63684**B. Kubekov**

Candidate of technical sciences, Associate Professor
b.kubekov@mail.ru, orcid.org/0000-0001-8658-3742
Institute of Information and Computing Technologies of the Ministry
of Information and Computing of the Republic of Kazakhstan
Turan University, Kazakhstan.

A. Utegenova

PhD, Head of the Department Computer and Software engineering
utegenova77@mail.ru, orcid.org/0000-0002-3875-5164
Turan University, Kazakhstan.

V. Naumenko

Doctoral student in Computer Science and Software
naumenko.v5@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2783-7348
Turan University, Kazakhstan.

A. Ibraimkulov

Doctoral student in the specialty «Information Systems»
aibek_ibraimkulov@mail.ru, orcid.org/0000-0002-9337-9595
Institute of Information and Computing Technologies of the Ministry
of Information and Computing of the Republic of Kazakhstan

PLANNING OF THE KNOWLEDGE CONTENT OF THE EDUCATIONAL PROGRAM USING ONTOLOGICAL ENGINEERING AND DESIGN-COMPETENCE APPROACH

Abstract: The article considers an innovative method of forming knowledge components of planned training, based on the concepts and mechanisms of ontological engineering, project-oriented learning technology and the graduate's competence model. The possibilities of the educational environment are shown, first of all, connected with the traditional formation of knowledge content of the curriculum disciplines; second, in the case of using project-oriented learning technology, plan the knowledge trend and form the knowledge content of the profile and basic disciplines of the specialty curriculum, in accordance with the competence models of the CDIO stages and, third, using the project-oriented learning technology and the competence approach, plan the knowledge trend and form the knowledge content of the individual learning trajectory scenario. In this case, knowledge components and smart-contract parameters are used to configure the training scenario.

Using the example of the discipline “Technologies for developing distributed applications” and the project “Client-server banking system”, the formalisms and concepts of the educational environment related to the formation of knowledge content of this discipline, in accordance with the competence models of the CDIO stages are presented. This method is reflected in the educational environment, made in the form of a web application, and tested in the educational process, at the Department of Computer and software engineering, Turan University.

Keywords: ontology model, support concept, expression of knowledge, knowledge component, competence model, smart-contract.

Кубеков Б.С.

Кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Компьютерная и программная инженерия»

b.kubekov@mail.ru, orcid.org/0000-0001-8658-3742

Институт информационных и вычислительных технологий, Комитет Наук Министерства Образования и Науки Республики Казахстан. Университет «Туран», Казахстан

Утегенова А.У.

PhD, заведующий кафедрой «Компьютерная и программная инженерия»

utegenova77@mail.ru, orcid.org/0000-0002-3875-5164

Университет «Туран», Казахстан.

Науменко В.В.

Докторант по специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение»

naumenko.v5@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2783-7348

Университет «Туран», Казахстан.

Ибраимкулов А.Е.

Докторант по специальности «Информационные системы»

aibek_ibraimkulov@mail.ru, orcid.org/0000-0002-9337-9595

Институт информационных и вычислительных технологий, Комитет Наук Министерства Образования и Науки Республики Казахстан

ПЛАНИРОВАНИЕ ЗНАНИЕВОГО КОНТЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ИНЖИНИРИНГА И ПРОЕКТНО-КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА

Аннотация: В статье рассматривается инновационная методика формирования знаниевых компонентов планируемого обучения, основанная на концепциях и механизмах онтологического инжиниринга, проектно-ориентированной технологии обучения и компетентностной модели выпускника. Показаны возможности образовательной среды, связанные, во-первых, с традиционным формированием знаниевого контента дисциплин учебного плана; во-вторых, в случае использования проектно-ориентированной технологии обучения, планировать знаниевый тренд и формировать знаниевый контент профилирующих и базовых дисциплин учебного плана специальности в соответствии с компетенциями компетентностных моделей этапов CDIO и, в-третьих, используя проектно-ориентированную технологию обучения и компетентностный подход, планировать знаниевый тренд и формировать знаниевый контент сценария индивидуальной траектории обучения. В этом случае, для конфигурирования сценария обучения используются знаниевые компоненты и параметры smart-контракта.

На примере дисциплины «Технологии разработки распределенных приложений» и проекта «Банковская система типа клиент-сервер» приведены формализмы и концепции образовательной среды, связанные с формированием знаниевого контента данной дисциплины, в соответствии с компетентностными моделями этапов CDIO. Данная методика нашла свое отражение в образовательной среде, выполненной в виде web-приложения, и апробацию в учебном процессе на кафедре «Компьютерная и программная инженерия» университета «Туран».

Ключевые слова: модель онтологии, опорное понятие, выражение знания, знаниевый компонент, компетентностная модель, smart-контракт.

Введение

Успешность внедрения цифровых технологий в образование напрямую зависит от обновления организации учебного процесса, так как большинство руководителей и педагогов до сих пор рассматривают цифровые технологии как инструмент для совершенствования *традиционной* организации работы учебного заведения.

Цифровая трансформация образования требует:

- изменения (обновления) цели и содержания обучения;
- переход от обучения и воспитания всех к обучению и воспитанию каждого, при этом изменив организацию и методы образовательной работы;
- пересмотр и оптимизацию используемых наборов учебно-методических и организационных решений, информационных материалов, инструментов и сервисов;
- пересмотр традиционных бизнес-процессов, включив в эту работу всех заинтересованных участников и, прежде всего, родителей, обучающихся и педагогов;
- использование быстрорастущего потенциала цифровых технологий, включая и методы искусственного интеллекта.

Суть цифровой трансформации образования заключается в достижении каждым обучаемым необходимых образовательных результатов за счет *персонализации* образовательного процесса на основе развития в учебных заведениях цифровой образовательной среды.

Цифровая трансформация образования требует выработать и распространить новые модели работы образовательных организаций, основой которых является синтез:

- новых высоко результативных педагогических практик, которые успешно реализуются в цифровой образовательной среде и опираются на использование цифровых технологий;
- непрерывного профессионального развития педагогов;
- новых цифровых инструментов, информационных источников и сервисов;
- организационных и инфраструктурных условий для осуществления необходимых преобразований.

В качестве такой модели цифровой трансформации образования, нами предлагается инновационная методика отображения знаний, основанная на концепциях онтологического инжиниринга, компетентностного подхода и проектно-ориентированной технологии обучения, позволяющая формировать и проектировать знаниевый контент дисциплин образовательной программы и индивидуальной траектории обучения. Данная методика нашла свое отражение в образовательной среде, выполненной в виде web-приложения, и апробацию, на кафедре «Компьютерная и программная инженерия» университета «Туран».

Образовательная среда предоставляет следующие возможности:

Первая возможность – традиционное формирование знаниевого контента дисциплин учебного плана образовательной программы («Обязательного модуля по специальности» и «Модуля по специальности»). Такая возможность предоставит заведующему кафедрой (совместно с экспертом, в лице представителя ИТ-индустрии):

- определять требования по содержанию знаниевого контента дисциплин;
- формировать и управлять знаниевым контентом дисциплин;
- адаптировать знаниевый контент, в соответствии с развитием новых технологий и инструментальных средств специальности;
- контролировать релевантность содержания знаниевого контента рабочих программ дисциплин требованиям рынка труда.

Вторая возможность – в том, что используя проектно-ориентированную технологию обучения, планировать знаниевый тренд и формировать знаниевый контент профилирующих и базовых дисциплин учебного плана специальности, в соответствии с компетенциями компетентностных моделей этапов CDIO. В этом случае, распределение дисциплин по семестрам связывается с этапами CDIO, и с необходимостью получения требуемых знаний и умений для разработки проекта(ов), по каждому из этапов.

Третья возможность – в том, что используя проектно-ориентированную технологию обучения и компетентностный подход, планировать знаниевый тренд и формировать знаниевый контент сценария индивидуальной траектории обучения. В этом случае, для конфигурирования сценария обучения используются знаниевые компоненты и параметры smart-контракта.

В наших исследованиях, в качестве базовой модели отображения знаний, используется модель онтологии: $O_m = \langle C, R, F \rangle$, где C – множество понятий предметной области; R – множество отношений между понятиями; F – функции интерпретации, определения которых заданы на отношениях между понятиями в онтологии.

Под семантическим контекстом предметной области понимается совокупность базовых абстракций предметной области, называемых опорными понятиями. Для каждого опорного понятия строится онтология, представляющая собой иерархическую понятийную структуру, корневой вершиной которой является опорное понятие, первый уровень – *идентифицирующие* понятия, а второй уровень – *конкретизирующие* понятия опорного понятия онтологии. Основное назначение идентифицирующих понятий – в определении *семантических* и *отличительных* свойств опорного понятия предметной области, а роль конкретизирующих понятий – в конфигурировании данных свойств, посредством типичных, либо всевозможных сочетаний понятий, обладающих ясным и недвусмысленным описанием опорного понятия.

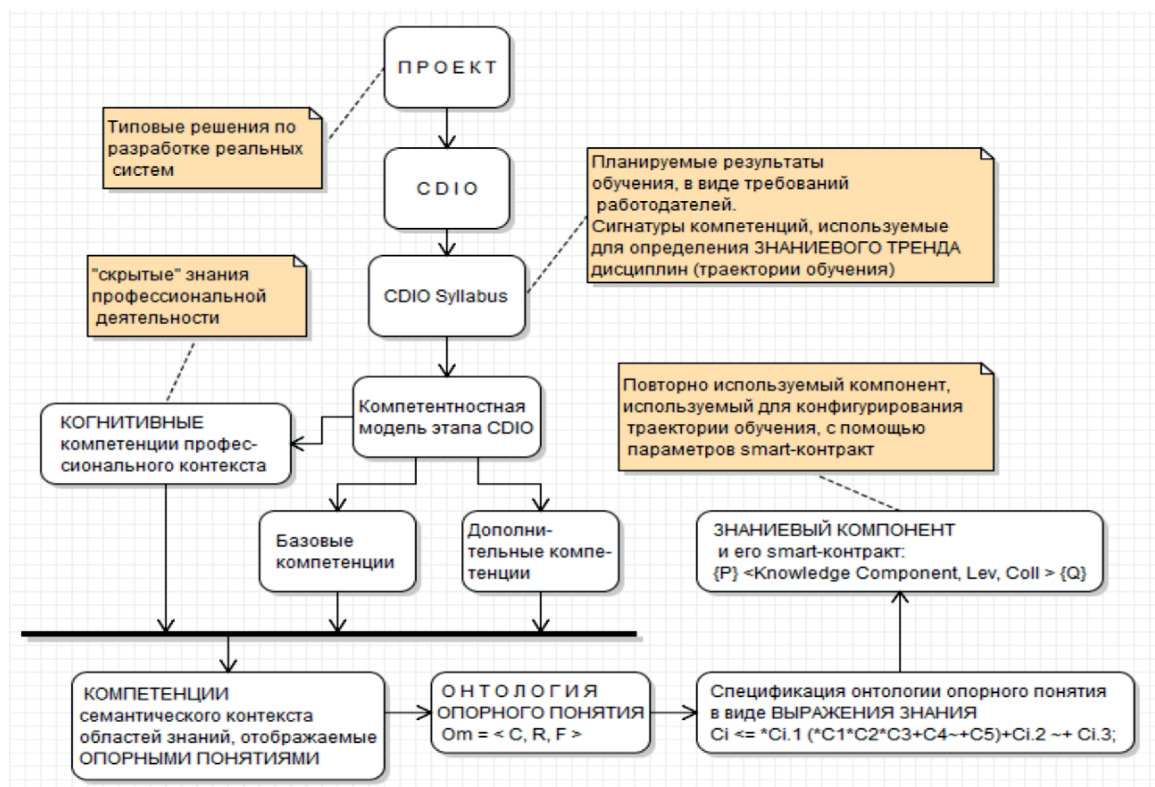


Рис. 1. Компоненты и процессы образовательной среды

Для работы с онтологиями разработан парсер, позволяющий собирать и специфицировать онтологию опорного понятия в виде *выражения знания* и визуально отображать онтологию в виде реляционного графа.

Между понятиями онтологии опорного понятия определены отношения «композиция», «агрегация», «альтернативный выбор», помеченные символами ‘*’, ‘+’, ‘~’. В соответствии с введенными отношениями, понятия в онтологии наделяются свойствами *общности* и *изменчивости*, с помощью которых понятия квалифицируются на обязательные, необязательные и альтернативные [1-9].

Выражение знания имплицитно истинности заключения об опорном понятии и представляет собой оптимальную модель как с точки зрения компактного отображения знания, так и с точки зрения хранения и редактирования знаний в репозитории образовательной среды.

Введенные таким образом категории понятий, типы отношений между ними, свойства общности и изменчивости, предоставляют достаточные возможности по релевантному отображению и моделированию знаний семантического контекста предметной области.

Формализмы образовательной среды

1. Модель онтологии – $O_m = \langle C, R, F \rangle$

Категории понятий онтологии: корневая вершина онтологии – *опорное понятие*, с помощью которого отображается *семантический контекст* предметной области.

Первый уровень понятий онтологии – идентифицирующие понятия опорного понятия.

Второй уровень понятий онтологии – конкретизирующие понятия.

Отношения между понятиями онтологии: «композиция», символ – ‘*’, «агрегация», символ – ‘+’ и «альтернативный выбор», символ – ‘~’.

2. *Опорное понятие* – базовая абстракция семантического контекста предметной области, с помощью которой отображается *семантическую общность* понятий предметной области.

3. *Компетенция* – абстракция, отображаемая необходимым и достаточным набором *опорных понятий* семантического контекста предметной области.

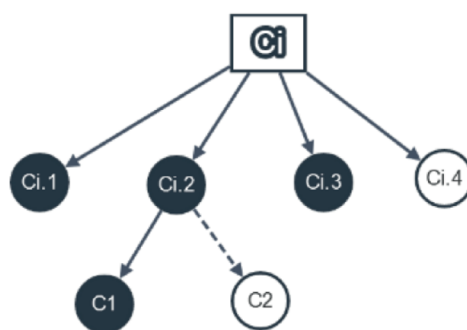
4. *Идентифицирующие понятия* – понятия образовательной области, с помощью которых происходит идентификация или определение *семантического контекста* опорного понятия. Идентифицирующее понятие, таким образом, играет роль семантического контекста для своих конкретизирующих понятий.

5. *Конкретизирующее понятие* – понятия предметной области, которые, во-первых, обладают свойством ясного и недвусмысленного описания опорного понятия, и во-вторых, с их помощью конфигурируются семантические и отличительные свойства опорного понятия онтологии.

6. *Выражением знания опорного понятия* является утверждение, имплицитно истинности заключения об опорном понятии посредством идентифицирующих и конкретизирующих понятий предметной области. Ниже представлен пример выражения знания для опорного понятия C_i :

$$C_i \leq *C_{i.1} *C_{i.2} (*C_{i.1} \sim +C_{i.2}) *C_{i.3} +C_{i.4}; \quad (1)$$

7. Для визуализации онтологии опорного понятия используется реляционный граф, как показано на примере опорного понятия C_i :



Концепции образовательной среды

В качестве концепций образовательной среды приняты:

1) Всемирная инициатива MIT – CDIO и проектно-ориентированная технология обучения (*Conceive, Design, Implement, Operate*) [10-12].

2) Онтологический инжиниринг – ядро концепции «*Управление знаниями*», связанное с наиболее цельным представлением сведений о понятиях, в едином знаниевом формате, взаимосвязями между понятиями, определениями одних понятий посредством других с учетом типа взаимосвязей.

Онтологический инжиниринг предоставляет возможность более лучшей восприимчивости (*Receptivity*) и воспроизводимости понятий.

3) Компетентностная модель этапа CDIO – композиция *профессиональных, базовых и дополнительных компетенций*, каждая из которых отображается необходимым и достаточным набором опорных понятий предметной области.

4) Форматы организации и представления знаний: *модель онтологии, характеристическая модель, выражение знания, знаниевый компонент, знаниевый тренд*.

5) CDIO Syllabus – перечень планируемых результатов обучения и требований работодателей к инженерному образованию, сформулированных в виде компетенций.

6) Объектно-ориентированное и порождающее программирование.

7) Компонентные технологии и smart-контракт.

8) Свойства общности и изменчивости.

9) Выражение компетенций – сигнатура компетенций:

$$\text{es.PrC.Conceive} \leq *PrC_1 (*P_1 *P_2) *PrC_2 *PrC_3; \quad (2)$$

Важным назначением выражения компетенций является возможность моделирования и конфигурирования сценария обучения.

10) Моделирование сценария обучения основано на сигнатуре компетенций и smart-контракте знаниевых компонент, с помощью которых формируется *знаниевый тренд* траектории обучения.

11) Знаниевый тренд – *знаниевая модель*, являющаяся композицией профессиональных, базовых и дополнительных компетенций компетентностной модели этапа CDIO, усвоение каждой из компетенций модели, предполагает изучение и освоение необходимого и достаточного набора *опорных понятий*. Сигнатуры *профессиональных, базовых и дополнительных компетенций* знаниевого тренда определяют *рамочные знания* плана CDIO Syllabus – плана планируемых результатов обучения.

12) Знаниевый контент – спецификация онтологии опорных понятий профессиональных, базовых и дополнительных компетенций, в формате выражений знаний. Знаниевый контент, таким образом, определяет знаниевое содержание дисциплин образовательной программы, либо индивидуальной траектории обучения.

Принятая в исследовании методика моделирования и отображения знаний основана на концепциях компетентного подхода, этапах инициативы CDIO и проектного метода обучения, которые позволяют релевантно моделировать знания предметной области в виде онтологии опорных понятий и специфицировать их выражениями знаний. Дальнейшее использование выражений знаний связано с их композицией в виде знаниевых компонент, и последующим применением знаниевых компонент для проектирования знаниевой архитектуры образовательной программы.

Для этих целей, введены понятия *знаниевый компонент*, *компонентная модель* и *компонентная среда*.

13) *Знаниевый компонент (КС, Knowledge Component)* – композиция выражений знаний репозитория образовательной среды, представляющая собой структурный элемент среды и конфигурационного управления. Знаниевый компонент обладает четко определенным smart-контрактом, который фактически описывает правила реализации знаниевого компонента в образовательной программе [13,14].

Другими словами, знаниевый компонент представляет собой выделенную область специальных знаний, требуемых для решения определенных практических задач и взаимодействующий с другими знаниевыми компонентами среды, посредством следующих параметров smart-контракта:

$$\{P\} < KC, CoI, Lev > \{Q\} \quad (3)$$

Параметр *P* – *предусловие*, то есть утверждение в виде сигнатуры требуемых компетентностей, необходимых для успешности обучения, предусмотренных знаниевым компонентом, причем предусловие всегда должно выполняться при обращении к знаниевому компоненту, иначе корректность результата обучения не гарантируется.

Параметр *Q* – *постусловие*, то есть утверждение в виде сигнатуры компетенций, гарантируемых обучающемуся, при выполнении *предусловия* и успешном освоении знаний, предоставляемых знаниевым компонентом. Постусловие *Q* определяет результаты реализации знаниевого компонента, то есть корректность требуемых компетенций, получаемых обучающимся. Что касается *вызываемых* знаниевых компонент, выполнение их постусловий должно гарантироваться ими самими, поэтому *вызывающий* знаниевый компонент может на них опираться в своей реализации.

При реализации smart-контракта знаниевого компонента, его предусловия могут *ослабляться*, а постусловия – только *усиливаться*. Это означает, что знаниевый компонент может реализовать свои обязанности для более широкого диапазона ограничений, чем это требуется его предусловием, и, в результате своей реализации, выполнить более строгие ограничения, чем это требуется его *постусловием*.

Таким образом, знаниевый компонент можно считать единицей развертывания знаниевой архитектуры образовательной программы, который может присоединяться в образовательную программу, если в ней присутствуют все знаниевые компоненты, от которых он зависит.

Следующими параметрами smart-контракта знаниевого компонента являются: *Lev*-параметр, задающий ограничения на уровень сложности компетенций, предусматриваемых в пред- и постусловиях знаниевого компонента; *CoI*-параметр, задающий ссылки на знаниевые компоненты образовательной среды, которые задействуются при реализации данного знаниевого компонента. Параметры *Lev* и *CoI*, таким образом, определяют инфраструктуру, позволяющую учитывать индивидуальные особенности обучающегося, а знаниевым компонентам – взаимодействовать по определенным правилам.

Под *компонентной моделью* понимается smart-контракт знаниевого компонента, правила его конфигурирования и реализации, в соответствии со сценарием взаимодействия с другими знаниевыми компонентами образовательной среды. Можно сказать, что *компонентная модель* определяет «язык», на котором знаниевые компоненты взаимодействуют друг с другом по определенному сценарию.

Для работы знаниевых компонент необходим некоторый набор базовых служб и сервисов образовательной среды, обеспечивающих функционирование знаниевых компонент. Такой набор служб и сервисов, вместе с поддерживаемой с их помощью компонентной моделью, называется *компонентной средой*.

Сигнатуры компетенций

Для формирования знаниевого контента, на примере дисциплины «Технологии разработки распределенных приложений», использованы компетентностные модели этапов CDIO, связанные с разработкой проекта «Банковская система типа клиент-сервер».

В качестве примера, покажем сигнатуры компетенций первого из этапов CDIO – этапа Conceive.

Выражением профессиональных компетенций этапа Conceive является:

$$\text{es.PrC.Conceive} \leq *PrC_1 * PrC_2 * PrC_3; \quad (4)$$

где PrC_1 – профессиональная компетенция области знания «*Инженерия предметной области*», которая предполагает изучение и усвоение двух опорных понятий: C_1 – *Инженерия требований*, C_2 – *Моделирование предметной области*.

PrC_2 – профессиональная компетенция области знания «*Динамическое моделирование аспектов системы*», которая предполагает изучение и усвоение двух опорных понятий: C_1 – *Разбиение на объекты*, C_2 – *Динамическое моделирование системы*.

PrC_3 – профессиональная компетенция области знания «*Технологии параллельных и распределенных систем*», которая предполагает изучение и усвоение трех опорных понятий: C_1 – *Поддержка исполнения в мультипрограммной и мультипроцессорных средах*, C_2 – *Планирование задач*, C_3 – *Технологии клиент-серверных и распределенных систем*.

Таким образом, для успешной разработки проекта «Банковская система типа клиент-сервер», на этапе Conceive, требуется изучить и усвоить знания, отображаемые семью опорными понятиями, составляющими профессиональные компетенции данного этапа.

Далее, каждое из опорных понятий моделируется в виде онтологии из идентифицирующих и конкретизирующих понятий, в соответствии с правилами, введенными в первом разделе статьи. Все, таким образом полученные выражения знаний, используются для формирования знаниевых компонент, smart-контракты которых позволяют проектировать знаниевый контент дисциплины «Технологии разработки распределенных приложений» образовательной программы специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение».

Пример сценария для проекта «Банковская система типа клиент-сервер»

Допустим, обучающийся желает приобрести компетенции, необходимые ему для работы над проектами, связанными с технологиями разработки систем реального времени, параллельных и распределенных приложений.

В качестве предметной области, где рассматриваются соответствующие технологии, был использован контент монографии [15]. Для проекта «Банковская система типа клиент-сервер» и соответствующих этапов инициативы CDIO, были разработаны компетентностные

модели, в рамках каждой из которых выделены опорные понятия *профессиональных, базовых* и *дополнительных* компетенций, описаны онтологии опорных понятий и их спецификации в виде выражений знаний. В результате, сформирован репозиторий образовательной среды из более пятидесяти выражений знаний.

Пусть обучающийся выбрал уровень *профессиональных* компетенций этапа Design, проекта «Банковская система типа клиент-сервер».

Как было отмечено, начальным этапом проектирования образовательной программы является разработка прототипа образовательной программы, в виде сценария последовательности взаимодействия знаниевых компонент. С учетом требований обучающегося и используя введенные формализмы спецификации компонент образовательной среды, приведем пример сценария обучения, в виде выражения из следующих знаниевых компонент:

$$\text{Сценарий} \Leftarrow *KC_{10} *KC_{24} \sim *KC_3 + KC_8; \quad (5)$$

реляционный граф которого показан на рисунке 2.



Рис. 2. Граф сценария обучения

Выражение (5) имплицитно утверждает о том, что исполнение сценария *обязательно* включает реализацию знаниевых компонент KC_{10} и KC_{24} , при этом, реализация знаниевого компонента KC_3 является альтернативной относительно знаниевого компонента KC_{24} , а реализация знаниевого компонента KC_8 – дополнительной в сценарии обучения.

Далее, следует этап конфигурирования знаниевых компонент выражения (5), соответствующими параметрами smart-контракта.

Например, рассмотрим знаниевый компонент KC_{10} , для которого:

- предисловием P , являются утверждения, в виде сигнатур PrC_1, PrC_5, PrC_{12} – *профессиональных* компетенций, BaC_2, BaC_3 – базовых и, возможно, AdC_7, AdC_{10} и AdC_{11} – *дополнительных* компетенций, необходимых для успешного усвоения знаниевого компонента KC_{10} ;

- постусловием Q являются утверждения, в виде сигнатур PrC_{11}, PrC_{14} – *профессиональных* компетенций, которые гарантируются обучающему после успешного усвоения материала знаниевого компонента KC_{10} ;

- Lev – требование обучающегося к уровню компетенций этапа CDIO, которые он желает освоить. Например, обучающийся выбрал уровень *профессиональных* компетенций этапа Design, проекта «Банковская система типа клиент-сервер»;

- Col – параметр, задающий ссылки на знаниевые компоненты репозитория образовательной среды, например, KC_1, KC_{23}, KC_{17} , которые обязательно задействуются при реализации знаниевого компонента KC_{10} .

Таким образом, успешность выполнения учебных заданий и практических работ по реализации проектов, связанных с технологиями разработки систем реального времени,

параллельных и распределенных приложений, специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение», полностью определяется набором компетенций, сигнатуры которых отображены в виде выражений компетенций, и их соответствующими опорными понятиями. Онтологии опорных понятий и их спецификации в виде выражений знаний предназначены для определения знаниевого контента рабочей программы дисциплины, связанной с технологиями систем реального времени, параллельных и распределенных приложений.

Благодарности

Работы выполнены при поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан, грант №AP 05134973.

Резюме

Таким образом, в данной статье представлено решение проблемы перехода на новую информационную базу обучения, основанную на проектно-компетентностной модели организации знаний и онтологическом инжиниринге.

Декларативные знания проектно-компетентностной модели описываются онтологиями опорных понятий предметной области и их спецификациями в виде выражений знаний.

Введенные концепции проектирования знаниевой архитектуры образовательной программы основаны на описании сценария реализации знаниевых компонент, параметры smart-контрактов которых, позволяют конфигурировать знаниевые компоненты, в соответствии с целями обучения.

На примере *профессиональных* компетенций этапа Design, проекта «Банковская система типа клиент-сервер», продемонстрирован механизм конфигурирования знаниевых компонент рабочей программы дисциплины «Технологии разработки распределенных приложений».

Литература

1. Kubekov B., Utepbergenov I. The use of multiparadigm approach to knowledge modeling. // 7th International Conference on Education and New Learning Technologies". – Barcelona (Spain), 6th-8th of July 2015. – pp.136-141.
2. Kubekov B., Kuandykova J., Utepbergenov 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 October 2015. – pp. 294-306
3. 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.
4. 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.
5. Kubekov B.S., Ditmar Beyer, Utegenova A.U., Zhaksybaeva N.N. Innovative paradigm of education of knowledge – competency form based on ontology. Journal of theoretical and applied information technology 15th November 2017, Vol.95. №21, 2005-ongoing JATIT@LLS (E-ISSN 1817-3195 / ISSN 1992-8645).
6. Wojcik W., Kubekov B., Naumenko V., Narynov S., Toibayeva Sh., Utegenova A. Project-competency based approach and the ontological model of knowledge representation of

- the planned learning. – INTL Journal of electronics and telecommunications, vol.65, №1, pp. 75-80. 2018. doi: 10.2478.
7. Kubekov B., Bobrov L., Savelyeva E., Utegenova A., Naumenko V. Project-competent paradigm of Knowledge representation of the three-level engineering education System, 10th International scientific-practical conference on software engineering and computer systems, section "Ontology Models and Semantic Web", MICSECS 2018.
 8. Kubekov B., Bobrov L., Utegenova A., Naumenko V., Alenova R. Model of engineering education with the use of the competence-project approach, ontological engineering and smart contracts of knowledge components. *Informatyka, Automatyka, Pomiarowy Gospodarce i Ochronie Środowiska*. 3/2019, pp. 14-17. DOI: 10.35784/iapgos.243.
 9. Кубеков Б.С. Организация и представление знаний планируемого обучения на основе онтологии: Монография. - Алматы: ИП «LP-Zhasulan», 2020-336с.
 10. Crowley E.F, CDIO Program: Description of the aims and objectives of bachelor's engineering education, CDIO Report No. 1 ed. MIT, 2001. – Access mode: <http://www.cdio.org>
 11. Чучалин А.И. Модернизация бакалавриата в области техники и технологий, с учетом международных стандартов инженерного образования // Высшее образование в России. 2011. №10.
 12. Чучалин А.И. О применении подхода CDIO для проектирования уровневых программ инженерного образования// Высшее образование в России. 2016. №4 (200). с. 17-32
 13. Кулямин В.В. Технологии программирования. Компонентный подход. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 463 с.
 14. Мейер Бертран. Почувствуй класс / Мейер Б.; пер. с англ. под ред. В.А. Биллига. – М.: Национальный Открытый Университет «Интуит»: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – с. 775.
 15. Гома Хассан UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2014. – с.704.

Reference

1. Kubekov B., Utebergenov I. The use of multiparadigm approach to knowledge modeling. // 7th International Conference on Education and New Learning Technologies". – Barcelona (Spain), 6th-8th of July 2015. – pp. 136-141
2. 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 October 2015. – pp.294-306
3. 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.
4. 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.
5. Kubekov B.S., Ditmar Beyer, Utegenova A.U., Zhaksybaeva N.N. Innovative paradigm of education of knowledge – competency form based on ontology. *Journal of theoretical and applied information technology* 15th November 2017, Vol.95. №21, 2005-ongoing JATIT@LLS (E-ISSN 1817-3195 / ISSN 1992-8645).

6. Wojcik W., Kubekov B., Naumenko V., Narynov S., Toibayeva Sh., Utegenova A. Project-competency based approach and the ontological model of knowledge representation of the planned learning. – INTL Journal of electronics and telecommunications, vol.65, №1, pp.75-80. 2018. doi:10.2478
7. Kubekov B., Bobrov L., Savelyeva E., Utegenova A., Naumenko V. Project-competent paradigm of Knowledge representation of the three-level engineering education System, 10th International scientific-practical conference on software engineering and computer systems, section “Ontology Models and Semantic Web”, MICSECS 2018.
8. Kubekov B., Bobrov L., Utegenova A., Naumenko V., Alenova R. Model of engineering education with the use of the competence-project approach, ontological engineering and smart contracts of knowledge components. Informatyka, Automatyka, Pomiar w Gospodarce i Ochronie Środowiska. 3/2019, pp 14-17. DOI: 10.35784/iapgos.243.
9. Kubekov B.S. Organizacija i predstavlenie znanij planiruемого obuchenija na osnove ontologii: Monografija. -Almaty: IP «LP-Zhasulan», 2020 – 336 p.
10. Crowley E.F, CDIO Program: Description of the aims and objectives of bachelor’s engineering education, CDIO Report No. 1 ed. MIT, 2001. – Access mode: <http://www.cdio.org>
11. Chuchalin A.I. Modernizacija bakalavriata v oblasti tehniki i tehnologij, s uchetom mezhdunarodnyh standartov inzhenerenogo obrazovanija // Vyshee obrazovanie v Rossii. 2011. №10.
12. Chuchalin A.I. O primenenii podhoda CDIO dlja proektirovanija urovnevnyh programm inzhenerenogo obrazovanija// Vyshee obrazovanie v Rossii. 2016. №4 (200). p. 17-32
13. Kuljamin V.V. Tehnologii programmirovaniya. Komponentnyj podhod. – M.: Internet-Universitet Informativnyh Tehnologij; BINOM. Laboratorija znanij, 2007. – 463 p.
14. Mejer Bertran. Pochuvstvuj klass/Mejer B.; per. s angl. pod red. V.A. Billiga. – M.: Nacional’nyj Otkrytyj Universitet “Intuit”: BINOM. Laboratorija znanij, 2011. – p. 775.
15. Goma Hassan UML. Proektirovanie sistem real’nogo vremeni, parallel’nyh i raspredelennyh prilozhenij: Per. s angl. – M.: DMK Press, 2014. – p.704.