



# OSTIS-2015

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.891.2

## ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ

Шеркунов В.В.

*Ульяновский государственный технический университет,  
г. Ульяновск, Россия*

**v.sherkunov@gmail.com**

В работе представлен краткий обзор образовательных стандартов и квалификационного справочника. Дано краткое описание разработанных онтологий, их формальное представление и практическая реализация. Также дано описание их дальнейшего применения в разрабатываемой интеллектуальной системе анализа компетенций и подбора выпускников на открытые вакансии предприятия.

**Ключевые слова:** квалификационный справочник, образовательный стандарт, онтология, компетенция.

### Введение

При переходе в 2009 году на двухуровневую систему образования, возникла проблема не востребованности бакалавров со стороны промышленности, вследствие непонимания или неприятия производственными специалистами профессионального уровня бакалавров [Пушных, 2011]. В связи с этим, появилась проблема определения соответствия уровня квалификации выпускников, получивших степени бакалавров и магистров требованиям работодателей.

Целью данной работы является создание алгоритмов и онтологически-ориентированной интеллектуальной системы, позволяющей оценить рынок специалистов или группы выпускников и подобрать наиболее подходящих кандидатов на открытые вакансии, а также определить пробелы по соответствующим вакансиям и при необходимости сделать вывод, по повышению квалификации уже действующих сотрудников.

### 1. Образовательные стандарты и профессиональные требования

В настоящее время в задачах поиска экспертов, компетентных в определенных областях или задачах, используется онтологический подход. Примерами могут служить работы [Панкова и др., 2011], [Крюков и др., 2013], [Ranwez et al., 2012]. Так, например, в работе [Крюков и др., 2013] свидетельствами наличия компетенций в некоторой области являются документы, авторами которых являются претенденты. Анализ соответствия

документов указанной предметной области происходит на основе онтологии.

Но при этом, остаются актуальными вопросы, связанные с подбором специалистов на открытые вакансии, которые не имеют документальных свидетельств своей компетенции. Примером могут служить выпускники ВУЗов.

Основные квалификационные характеристики, которыми должен обладать выпускник, указаны в образовательных стандартах.

Образовательные стандарты, представляют собой «совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ», направленных на обучение бакалавров, магистров и специалистов в соответствии со сформулированной в компетентностном формате образовательной целью.

Квалификационные требования образовательного стандарта по направлениям подготовки сформулированы в терминах компетенций. Разделяют компетенций двух типов – общекультурные и профессиональные, - каждый из которых включает в себя несколько видов. В первом случае это социально-личностные, общенаучные, инструментальные, во втором – общепрофессиональные и определяемые видом деятельности выпускников. В свою очередь, каждый вид компетенции характеризуется наличием компонентов – знаний, способностей, умений, готовностей, навыков и мотиваций [Кузнецова и др., 2009].

Отражение и конкретизация образовательных стандартов происходит в учебных планах

специальностей, составляемых в ВУЗах. Где, помимо основного перечня дисциплин, указаны дополнительные дисциплины, соответствующие направлению подготовки.

В свою очередь, на крупных предприятиях для определения требований к занимаемой должности используется квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих. Данный справочник содержит основные квалификационные характеристики, утвержденные постановлением Минтруда России от 21.08.1998 №37. Квалификационные характеристики являются нормативными документами, предназначенными для обоснования рационального разделения и организации труда, правильного подбора, расстановки и использования кадров, обеспечения единства при определении должностных обязанностей работников и предъявляемых к ним квалификационных требований, а также принимаемых решений о соответствии занимаемым должностям при проведении аттестации руководителей и специалистов [Тихомирова и др., 2014]. Квалификационный справочник отражает основные требования к знаниям, навыкам и умениям специалиста, для занятия им конкретной должности.

При этом нет четкого соотношения между квалификационными требованиями, указанными в квалификационном справочнике и компетенциями, которыми обладает выпускник в соответствии с образовательными стандартами.

Для решения задачи сопоставления компетенций выпускника и требований к квалификации занимаемой должности, предлагается использование онтологического подхода, что в дальнейшем позволит эксперту связать компетенции с квалификационными требованиями, и даст возможность проведения анализа соответствия выпускника на претендующую должность.

Свидетельствами владения компетенциями будем считать изученные дисциплины, где уровень владения будет определяться полученной оценкой. Для формального представления выпускника или специалиста, строится его онтологическая модель, в которой указываются степень, направление подготовки (профиль) и изученные дисциплины с оценкой. Каждой дисциплине соответствуют определенные компетенции, указанные в онтологической модели учебного плана. Так же в модели указывается стаж работы, который может нести дополнительную информацию о квалификации выпускника.

Учебный план и квалификационный справочник аналогично представляются в виде онтологии. Онтологическая модель учебного плана включает в себя степень, направление подготовки, дисциплины, изучаемые по данному направлению, а также компетенции, которыми должен обладать выпускник после освоения дисциплины. Онтологическая модель квалификационного

справочника содержит множество должностей, и соответствующие им должностные обязанности, необходимые знания и требования к квалификации.

## 2. Формализация задачи

Онтологию учебного плана формально можно записать как кортеж следующего вида:

$$O^U = \langle D, Ds, St, C, R^U, R^{DU} \rangle, \quad (1)$$

где  $D = \{\text{бакалавр, магистр}\}$  – конечное множество степеней, присваиваемых по окончанию ВУЗа;

$Ds = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$  – множество направлений подготовки специалистов,  $d_i$  – определенное направление подготовки;

$St = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  – множество дисциплин, изучаемых по всем направлениям;

$R^U$  – множество отношений типа «объект-объект», определяемых следующим образом:

$$R^U = \{R_{Ds}^U, R_{St}^U, R_C^U\},$$

где  $R_{Ds}^U$  – отношение, связывающее степень с направлением («имеет направление»);

$R_{St}^U$  – отношение, связывающее выпускника с дисциплиной («изучена»);

$R_C^U$  – отношение, связывающее дисциплину с компетенциями («соответствует»).

$R^{DU}$  – отношение типа «объект-тип данных», указывающий текстовое описание компетенции («характеризует»).

Формально, онтологическую модель выпускника можно представить в виде кортежа:

$$O_i^S = \langle S_i, D^S, Ds^S, St^S, E, R^S, R^{DS}, R_O^S \rangle, \quad (2)$$

где  $S_i$  – конкретный выпускник или специалист;

$D^S \subseteq D$  – конечное множество степеней, которые получили заданные специалисты;

$Ds^S \subset Ds$  – множество направлений подготовки, по которым получены степени конкретными выпускниками или специалистами;

$St^S \subset St$  – множество дисциплин, изученных определенными выпускниками или специалистами;

$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  – множество предприятий, на которых работают или работали выпускники или специалисты,  $e_i$  – предприятие, на котором работает или работал  $i$ -й выпускник;

$R^S$  – множество отношений типа «объект-объект», определяемых следующим образом:

$$R^S = \{R_E^S, R_{St}^S, R_J^S\},$$

где  $R_E^S$  - отношение, указывающее образование специалиста («имеет образование»);

$R_{St}^S$  - отношение, связывающее выпускника с дисциплиной («изучена дисциплина»);

$R_J^S$  - отношение, связывающее выпускника с местом работы («имеет место работы»);

$R_O^S = \{\text{степень, направление, дисциплина, место работы}\}$  – конечное множество свойств, характеризующих образование, изученные дисциплины и место работы;

$R^{DS} = \{\text{оценка, стаж}\}$  – конечное множество отношений типа «объект-тип данных», указывающие конкретные значения оценки для дисциплины и стажа для места работы.

Модель онтологии, для квалификационного справочника, формально определяется следующим образом:

$$O^Q = \langle P, F, K, Q, R^Q, R^{DQ} \rangle, \quad (3)$$

где  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  – множество должностей квалификационного справочника,  $p_i$  – конкретная должность справочника;

$F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$  – множество должностных обязанностей,  $f_i$  – конкретная должностная обязанность, соответствующая определенной должности;

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$  – множество знаний требуемых для занятия должности,  $k_i$  – определенное знание;

$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$  – множество требований к квалификации к должностям,  $q_i$  – определенное требование;

$R^Q$  – отношение типа «объект-объект», указывающих связь должности с должностными обязанностями, знаниями и требованиями к квалификации («имеет»);

$R^{DQ}$  – отношений типа «объект-тип данных», связывающий должностные обязанности, знания и требования к квалификации с их текстовым описанием.

Для того чтобы осуществить подбор специалистов, эксперту по кадрам для должностных обязанностей нужно указать, какие компетенции необходимы для их выполнения:

$$\forall q_i RC^Q.$$

где  $R$  – некоторое бинарное отношение ассоциации,

связывающее должностные обязанности с множествами соответствующих им компетенций из учебного плана;

$C^Q \subset C$  – множество компетенций учебного плана, соответствующих заданным должностным обязанностям.

Графическое представление онтологической модели взаимодействия изображено на рисунке 1.

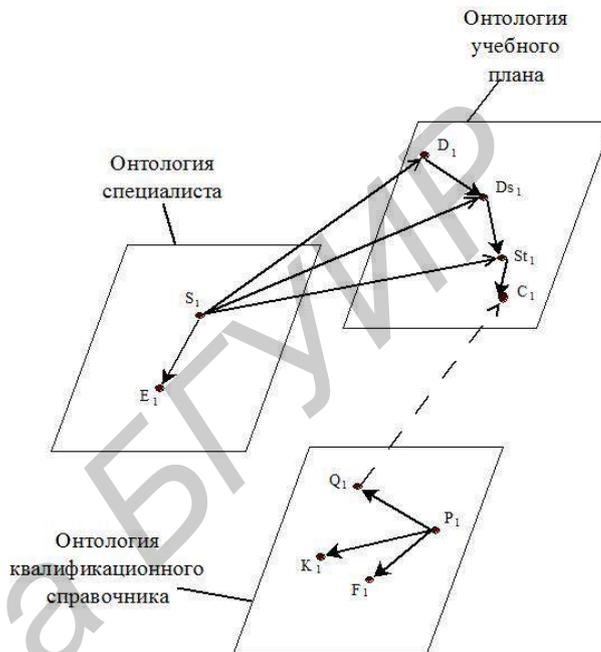


Рисунок 1. Модель взаимодействия онтологий.

Стрелками внутри каждой онтологии обозначены внутренние связи между объектами, определенными внутри каждой онтологии. Стрелки между онтологиями учебного плана и специалиста соответствуют отношениям из множества  $R_O^S$ , которые характеризуют степень, направление и изученную дисциплину. Пунктирной стрелкой обозначено бинарное отношение ассоциации, которое необходимо установить эксперту, чтобы связать должностную обязанность с компетенциями, которые необходимы для ее выполнения.

### 3. Реализация онтологий

Построение онтологий специалиста и учебного плана осуществлялось с помощью редактора онтологий Protégé 4.3 в формате OWL. Построение онтологии квалификационного справочника осуществляется в автоматическом режиме, посредством разработанного программного модуля.

При создании онтологии, было принято некоторое допущение в отношении свойств, связанных с особенностями языка OWL, не позволяющего моделировать атрибуты у предметных отношений. В работе [Трофимов, 2011] предлагается два варианта решения проблемы, один из которых заключается в декларировании отношений как классов, а не как свойств.

Суть данного подхода заключается в следующем. Отношение определяется как класс, а экземпляры этого класса будут выступать в роли экземпляров отношения. В свою очередь, аргументы этого отношения связываются с ним при помощи механизма свойств и их количество уже не ограничено.

В связи с этим, в онтологии специалиста были определены следующие классы (Рисунок 2):

- «Степень\_Направление»;
- «Дисциплина\_Оценка»;
- «МестоРаботы\_Стаж».

Для которых определено множество свойств  $R_O^S$ .

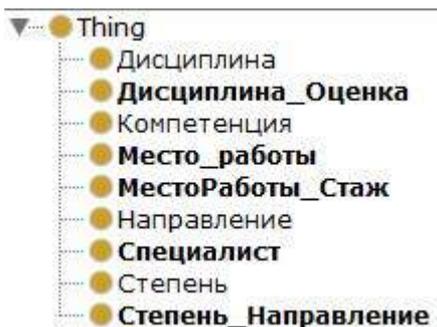


Рисунок 2. Представление классов онтологии выпускника в редакторе Protégé.

Фрагмент онтологии учебного плана в формате OWL приведен ниже:

```
<owl:Class rdf:about="#Дисциплина"/>
<owl:Class rdf:about="#Компетенция"/>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#соответствует">
<rdfs:domain rdf:resource="#Дисциплина"/>
<rdfs:range rdf:resource="#Компетенция"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:NamedIndividual
rdf:about="#Дискретная_математика">
<rdf:type rdf:resource="#Дисциплина"/>
<соответствует
rdf:resource="#Прикладная_информатика_ОК-2"/>
</owl:NamedIndividual>
<owl:NamedIndividual
rdf:about="#Прикладная_информатика_ОК-2">
<rdf:type rdf:resource="#Компетенция"/>
<характеризует rdf:datatype="http://www.w3.org/2001
/XMLSchema#string">
способен логически верно, аргументировано и
ясно строить устную и письменную речь, владеть
навыками ведения дискуссии и полемики
</характеризует>
</owl:NamedIndividual>
```

Далее приведем фрагмент онтологии специалиста:

```
<owl:Class rdf:about="#Дисциплина_Оценка"/>
<owl:Class rdf:about="#Место_работы"/>
<owl:Class rdf:about="#МестоРаботы_Стаж"/>
<owl:Class rdf:about="#Специалист"/>
<owl:Class rdf:about="#Степень_Направление"/>
<owl:ObjectProperty
rdf:about="#имеет_образование">
```

```
<rdfs:domain rdf:resource="#Специалист"/>
<rdfs:range
rdf:resource="#Степень_Направление"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#степень">
<rdfs:range rdf:resource="#Степень"/>
<rdfs:domain
rdf:resource="#Степень_Направление"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#оценка">
<rdfs:domain
rdf:resource="#Дисциплина_Оценка"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/
/XMLSchema#integer"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:NamedIndividual
rdf:about="#Бакалавр_Прикладная_информатика_1">
<rdf:type rdf:resource="#Степень_Направление"/>
<степень rdf:resource="#Бакалавр"/>
<направление
rdf:resource="#Прикладная_информатика"/>
</owl:NamedIndividual>
<owl:NamedIndividual rdf:about="#Дисциплина_1">
<rdf:type rdf:resource="#Дисциплина_Оценка"/>
<оценка rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/
/XMLSchema#integer">5</оценка>
<дисциплина
rdf:resource="#Дискретная_математика"/>
</owl:NamedIndividual>
```

На рисунке 3 изображено графическое представление онтологической модели выпускника или специалиста в виде графа. Вершинами графа являются индивиды соответствующих классов, характеризующие выпускника, стрелками обозначены отношения, описанные выше:  $R_E^S$ ,  $R_{St}^S$ ,  $R_J^S$ ,  $R_O^S$ ,  $R^{DS}$ .

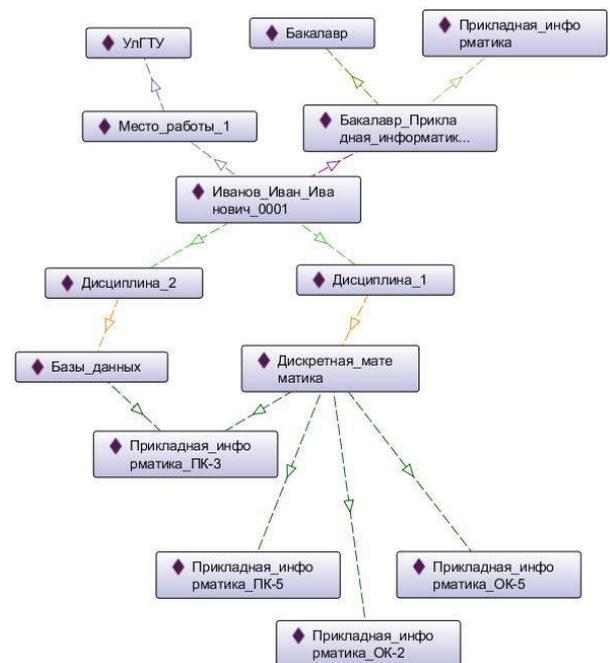


Рисунок 3. Онтологическое представление выпускника в редакторе Protégé.

Онтология квалификационного справочника формируется путем синтаксического анализа текстового документа данного справочника опираясь на его структуру. Структура описания квалификационных характеристик должностей разделяется на три группы:

- должностные обязанности;
- требования к навыкам и знаниям;
- требования к квалификации.

Для синтаксического анализа используется квалификационный справочник в формате PDF. Из которого извлекаются должности, путем перебора и фильтрации закладок документа, не принимая во внимания закладки общего значения. Далее, учитывая структуру справочника, для каждой должности извлекаются соответствующие разделы описания квалификационных характеристик. Для этого, выбирается текст между двумя должностями, расположенными в порядке следования в документе, и делится на группы, соответствующие формату справочника. Для выделения группы должностных обязанностей из полученного текста извлекается фрагмент между разделами «Должностные обязанности» и «Требования к навыкам и знаниям» (в справочнике, указателем на раздел служит словосочетание «Должен знать»), соответственно, для выделения требований к навыкам и знаниям извлекаем фрагмент между разделом «Требования к навыкам и знаниям» и «Требования к квалификации», а для требований к квалификации – фрагмент между разделом «Требования к квалификации» и окончанием текста. После чего, каждый фрагмент делится на предложения и записывается в файл OWL в виде утверждений соответствующих концептуальной схеме [Тихомирова и др., 2014]. Фрагмент полученных утверждений, записанных в файл, представлен ниже:

```
<Declaration>
<ClassIRI="#Должность"/>
</Declaration>
<Declaration>
<ClassIRI="#Должностные_обязанности"/>
</Declaration>
<Declaration>
<ObjectProperty IRI="#имеет"/>
</Declaration>
....
<ObjectPropertyAssertion>
<ObjectProperty IRI="#имеет"/>
<NamedIndividual
IRI="#Главный_конструктор_проекта"/>
<NamedIndividual
IRI="#Должностные_обязанности_главного_
конструктора_проекта"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<DataProperty IRI="#включают"/>
<NamedIndividual
IRI="#Должностные_обязанности_главного_
конструктора_проекта"/>
<LiteraldatatypeIRI=
```

```
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
Обеспечивает соблюдение требований и
нормативов по организации труда при
проектировании новых и реконструкции
действующих предприятий, разработке
технологических процессов и оборудования,
охраны окружающей среды</Literal>
</DataPropertyAssertion>
```

В настоящее время ведутся работы по разработке интеллектуальной системы подбора специалистов, основанной на разработанных онтологиях с применением компетентностного подхода. Где, подбор будет происходить с учетом связи «должностная обязанность-компетенция» и опираться на дисциплины, освоение которых дает необходимые компетенции, уровень владения которых определяется оценкой, полученной по данной дисциплине.

Для выявления наиболее подходящих кандидатов, возможно применение генетических алгоритмов и других методов интеллектуального анализа данных, позволяющих определить, кто из кандидатов обладает наиболее подходящим уровнем компетенций необходимых для занятия им должности.

## Заключение.

В данной работе был дан краткий обзор основных нормативных документов, таких как образовательные стандарты и квалификационный справочник. Представлено формальное описание онтологий учебного плана, специалиста и квалификационного справочника, также представлена их практическая реализация. Дано представление дальнейшей перспективы применения данных онтологий, в разрабатываемой интеллектуальной системе подбора кандидатов на открытые вакансии.

Данная система, должна позволить специалисту кадровой службы, а также руководителям структурных подразделений производить анализ кандидатов, выявлять необходимые компетенции и получать наиболее эффективное распределение кандидатов. Что, в свою очередь, позволит устранить пробел между выпускниками, получившими образование по новой образовательной системе и работодателями, в понимании уровня квалификации данных выпускников.

## Библиографический список

- [Ranwez et al., 2012] Ranwez Sylvie et al. User Centered and Ontology Based Information Retrieval System for Life Science/ Available from BMC Bioinformatics, 2012. <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/13/S1/S4> (05/11/2014).
- [Крюков и др., 2013] Крюков, К.В. О понятии формальной компетентности научных сотрудников / К.В. Крюков, О.П. Кузнецов, В.С. Суховеров // Материалы III международной научно-технической конференции «Открытые семантический технологии проектирования интеллектуальных систем» (OSTIS-2013). Минск, 2013. С. 143-146

[Кузнецова и др., 2009] Кузнецова, Т. А. Согласование квалификационных требований, предъявляемых профессиональными и образовательными стандартами к выпускникам ВУЗов / Т. А. Кузнецова, Н. Н. Матушкин, С. И. Пахомов // Мониторинг образования, 2009, № 4, С. 3-9

[Панкова и др., 2011] Панкова, Л.А. Онтологические модели поиска экспертов в системах управления знаниями научных организаций / Л.А. Панкова, В.А. Пронина, К.В. Крюков // Проблемы управления. 2011. №6. С. 52-60

[Пушных , 2011] Пушных, В.А. Взгляд на проблему и переход на двухуровневую систему обучения в российских инженерных вузах с позиций теории «обучающейся» организации. / В.А. Пушных // Инженерное образование. 2011. №7. С. 16-21

[Тихомирова и др., 2014] Тихомирова, Д.Ю. Интеллектуальная система формирования проектных команд на основе компетенций/Д. Ю. Тихомирова, В. В. Шеркунов// КИИ-2014. Труды конференции. Т 2, С. 141-149

[Трофимов, 2011] Трофимов, И.В. Эволюция выразительных способностей языка OWL/И.В. Трофимов// Программные системы: теория и приложения. 2011. № 4(8). С. 85–94.

## ONTOLOGICAL APPROACH TO THE ANALYSIS OF COMPETENCIES OF UNIVERSITY GRADUATES

Sherkunov V.V.

*Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk,  
Russia*

**v.sherkunov@gmail.com**

In the paper provides an overview of educational standards and qualification manual. A formal description of the developed ontologies and their practical realization are given. Also presented the prospects for their further use.

### Introduction

Upon transition in 2009 to a two-level education system, there was a problem not of a demand of bachelors from the industry, owing to misunderstanding or rejection by production workers of professional level of bachelors. In this regard, there was the problem of determining compliance with the skill level of graduates with bachelor's degrees and master the requirements of employers.

### Main Part

The main qualification characteristics, which the graduate has to possess, are specified in educational standards. Qualification requirements of the educational standard for the directions of preparation are formulated in terms of competencies. Reflection and specification of educational standards happens in curricula of the specialties made at universities. In turn, at the large enterprises for definition of requirements to a post the qualification manual of positions of heads, experts and other employees is used.

Thus, there is no accurate ratio between the qualification requirements specified in the qualification manual and competencies, which are possessed by the graduate according to educational standards.

To solve the problem of comparison of the graduate competencies and requirements to qualification of a

position, use of ontological approach is offered that further will allow the expert to connect competences with qualification requirements, and enable to carrying out the analysis of relevant graduate on claiming the post.

As the evidence of possession of competences, we will consider the studied disciplines where the level of proficiency will be defined by the received assessment. For formal representation of the graduate or the specialist, ontological model is designed in which are specified degree, the direction of preparation and the studied disciplines with an assessment. To each discipline, there correspond the certain competencies specified in ontological model of the curriculum. In addition, length of service, which can contain additional information on qualification of the graduate, is specified in model. The curriculum and the qualification manual also presented in the ontology form.

Creation of ontologies of the specialist and the curriculum implemented in the editor of ontologies Protégé 4.3 in the OWL format. Creation of ontology of the qualification manual is carried out in the automatic mode, by means of the developed program module.

### Conclusion

In the paper the short review of the main normative documents, such as educational standards and the qualification manual are given. The ontologies formal description of the curriculum, the expert and the qualification manual are submitted, their practical realization is also presented. The representation of further prospects of application of these ontologies in the developed intelligent system of selecting candidates for open positions is given.