

Д. С. Ботов, А. В. Мельников

## ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА В ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ НАБОРА УЧЕБНЫХ КУРСОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Описано применение онтологического подхода для построения онтологических моделей образовательной программы и профессии (профессионального стандарта) при решении задачи автоматизированного формирования набора учебных курсов с учетом требований рынка труда на основе интеллектуального анализа результатов обучения.

**Введение.** Сегодня высшее образование существует в условиях постоянно меняющихся требований как со стороны государства, так и со стороны рынка труда и профессиональных сообществ. Вузы переходят на новую редакцию федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования — ФГОС ВО 3+, которые дают существенную свободу при выборе вузом видов профессиональной деятельности выпускников и связанных с ними компетенций, определения структуры и содержания образовательной программы. Помимо этого, в среде Интернет увеличивается количество образовательного контента, в том числе и достаточно качественного, создаваемого ведущими университетами мира. В открытом доступе на сайтах университетов публикуется информация о реализуемых образовательных программах, учебных дисциплинах (модулях), стратегиях и методах обучения.

При разработке новых или обновлении существующих образовательных программ для обеспечения качественной подготовки конкурентоспособных выпускников следует учитывать следующие факторы и условия:

- отсутствие жесткой регламентации содержания образовательной программы в ФГОС ВО 3+;
- непрерывное развитие науки и техники;
- изменения требований рынка труда;
- опыт ведущих российских и зарубежных вузов.

В связи с этим возрастают требования к преподавателям вузов, в первую очередь, в сфере подготовки квалифицированных кадров для динамично развивающихся отраслей экономики. Так, например, в сфере информационных технологий преподаватели сталкиваются с необходимостью ежегодного обновления содержания профессиональных дисциплин, что обусловлено стремительным развитием технологий (жизненный цикл технологии от ее возникновения и появления на рынке до морального устаревания и смены на более перспективную технологию составляет 1,5–2 года), высокой динамикой рынка труда ИТ-специалистов, изменением требований со стороны профессионального сообщества (профессиональные стандарты в сфере ИТ, создаваемые под эгидой Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий (АП КИТ) [1], обновляются ежегодно).

**Подходы к разработке и документированию учебных дисциплин (модулей) образовательных программ.** В мире становится общепринятым студентоориентированный подход к разработке образовательных программ и отдельных учебных дисциплин, опирающийся на формулирование ожидаемых результатов обучения (learning outcomes). Результаты обучения — это формулировки того, что, как ожидается, будет знать, понимать и/или будет в состоянии продемонстрировать учащийся после завершения процесса обучения [2]. Этот подход предполагает в качестве первых шагов разработки учебного курса определение целей, задач и результатов обучения, исходя из которых в дальнейшем определяется содержание дисциплины, стратегия и методы обучения, способы аттестации [3].

В России этот подход реализуется в соответствии с ФГОС ВО 3+, который предполагает определенную свободу выбора образовательной организацией при разработке образовательной программы по направлению подготовки:

- видов профессиональной деятельности выпускника (основного и вспомогательных);
- набора профессиональных компетенций, соответствующих выбранным видам профессиональной деятельности, которые будут формироваться у выпускника;
- набора дисциплин базовой части с учетом рекомендаций примерных основных образовательных программ;
- профиля (или набора профилей) с соответствующими дисциплинами вариативной части образовательной программы (в том числе дисциплин по выбору обучающегося).

При этом для каждой из дисциплин образовательной программы в соответствии с принятым порядком [4] разрабатывается рабочая программа дисциплины (РПД), в которой преподавателями прописываются следующие основные элементы:

- цели и задачи дисциплины;
- место учебной дисциплины в структуре образовательной программы;
- перечень планируемых результатов обучения, соотношенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями);
- структура и содержание учебной дисциплины.

В зарубежных вузах (Западная Европа, Северная Америка), как правило, достаточно гибко подходят к описаниям учебных модулей и отсутствует единая стандартизация шаблона аннотации курса. Вследствие чего зачастую на сайтах западных университетов можно найти в открытом доступе лишь короткую аннотацию к курсу. Однако существуют университеты, публикующие на своих сайтах достаточно подробную информацию об учебных модулях, включая цели и задачи, результаты обучения, входные требования и т. д. Такими университетами, к примеру, являются:

- Великобритания: University of St Andrews, University of Greenwich;
- США: University of California, Bowling Green State University;
- Австралия: Swinburne University of Technology, Victoria University, Macquarie University;
- Гонконг (Китай): Hong Kong Baptist University, The University of Hong Kong;
- Ирландия: Dublin Institute of Technology, Cork Institute of Technology;
- Швеция: KTH Royal Institute of Technology.

Отдельно стоит остановиться на Massive Open Online Courses как одном из главных трендов современного дистанционного образования. Описание открытых курсов в рамках таких популярных MOOC, как Coursera, edX, Udacity, включает в себя:

- аннотацию (короткая общая информация о курсе (модуле), целях и задачах);
- входные требования к обучающимся (рекомендуемая подготовка — prerequisites);
- информацию о длительности курса, трудоемкости (учебная нагрузка);
- информацию о преподавателе;
- учебный план курса (как правило, по неделям).

Можно сказать, что MOOC на текущий момент игнорируют подход к формированию содержания модулей через описание ожидаемых результатов обучения, несмотря на тенденцию введения в этих системах специальностей (степеней) — набора связанных курсов одной направленности.

Можно сделать вывод, что на сегодняшний день в среде Интернет на сайтах университетов различных стран мира существует достаточно много разного рода описаний образовательных программ и отдельных учебных дисциплин (модулей), включающие в себя не только краткие аннотации, но и достаточно подробные описания с формулируемыми результатами обучения. Стоит отдельно отметить, что для российских вузов публикация информации об образовательных программах по текущему законодательству является обязательной, регламентированное наполнение рабочей программы дисциплины включает в себя результаты обучения.

**Подходы к анализу образовательных программ, учебных дисциплин (модулей).** Для обеспечения актуальности набора результатов обучения и соответствующего им содержания учебной дисциплины

преподавателю необходимо регулярно искать и анализировать информацию об аналогичных учебных дисциплинах соответствующих образовательных программ ведущих мировых университетов, развитии науки и техники в соответствующей предметной области. Для профессиональных дисциплин дополнительной сложной задачей становится поиск и анализ больших массивов информации о требованиях со стороны рынка труда и профессиональных сообществ.

Несмотря на то, что в подавляющем большинстве случаев эти задачи выполняются преподавателями вручную путем поиска информации в среде Интернет, на сегодняшний день существует ряд работ, описывающих применение интеллектуальных методов для решения задач поиска и анализа образовательных программ.

В работе О. Н. Сметаниной [5] предложены модели системы управления образовательным маршрутом и средства информационной поддержки принятия решений с использованием интеллектуальных технологий, которые позволяют определять степень схожести российских и международных образовательных программ путем сопоставления на самом низком уровне терминов (ключевых слов), знаний, умений, навыков, компетенций и наименований дисциплин учебных планов. В работе С. В. Тархова [6] представлен метод создания агрегативных учебных модулей на основе адаптивного учебного контента, формируемого из дидактических единиц, хранимых в системе электронного обучения. Исследование А. Ю. Ужва [7] посвящено автоматизированной разработке онтологической модели предметной области для поиска образовательных ресурсов с использованием анализа текстов рабочих программ дисциплин.

В работе В. В. Пикулина, Ю. А. Усачева [8] предлагается подход к созданию системы информационной поддержки процессов актуализации ряда документов, используемых при формировании и модернизации образовательных программ с учетом соответствия актуальным требованиям работодателей и профессиональных сообществ. В основе подхода лежит семантический анализ, суть которого состоит в решении задач сопоставления семантики текстовых данных, определения семантической близости документов.

В работе Е. А. Черниковой [9] описывается применение онтологического подхода для формализации и сравнения учебных курсов и модулей при реализации вузами совместных образовательных программ, вводятся, в частности, различные меры семантической близости для результатов обучения и ключевых слов при анализе учебных модулей.

Предлагается создать информационную систему, обеспечивающую интеллектуальную поддержку процесса разработки или обновления образовательных программ в части подбора актуализированной информации о программах, отдельных учебных

дисциплинах (модулях) с учетом требований рынка труда и профессиональных стандартов на основе интеллектуального анализа результатов обучения.

В качестве основного способа формализации описания образовательной программы и профессионального стандарта с учетом требований рынка труда предлагается использовать онтологический подход как наиболее оптимальный для решения задач создания и наполнения баз знаний, представления смысла в метаданных, семантического поиска в сети Интернет [10].

**Онтологическая модель образовательной программы.** Онтологическая модель образовательной программы включает в себя описание видов профессиональной деятельности, компетенций, разбитых на категории в соответствии с образовательным стандартом, уровня образования, профиля подготовки, описание дисциплины (модуля) с набором соответствующих результатов обучения и их соотнесение с компетенциями образовательного стандарта.

$$OEP = \langle C_{OEP}, R_{OEP}, F_{OEP} \rangle,$$

где  $C_{OEP}$  — множество концептов онтологии образовательной программы;

$R_{OEP}$  — множество отношений;

$F_{OEP}$  — множество функций интерпретации, заданных на концептах и (или) отношениях.

Разработанная онтологическая модель образовательной программы представлена на рис. 1.

В онтологии образовательной программы определены следующие концепты (классы сущностей):

$$C_{OEP} = \{ \text{Educational Program, Professional Activity, Level, Profile, Competence, Competence Category, Module, Learning Outcome} \},$$

где Educational Program — образовательная программа по определенному направлению подготовки;

Professional Activity — вид профессиональной деятельности образовательной программы (основной или вспомогательный из списка, определенного соответствующим ФГОС ВО);

Level — уровень высшего образования, определенный из уровней высшего образования в РФ (бакалавриат, магистратура, специалитет, подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура, ординатура, ассистентура-стажировка));

Profile — профиль подготовки, определяющий набор дисциплин (модулей) вариативной части образовательной программы по определенному направлению подготовки;

Competence — компетенция из списка, определенного в ФГОС ВО, формируемая образовательной программой в определенных учебных дисциплинах (модулях);

Competence Category — категория компетенций из ФГОС ВО: общекультурные, общепрофессиональные, профессиональные; профессиональные компетенции в ФГОС ВО разбиты на наборы, связанные с соответствующими видами профессиональной деятельности выпускника;

Module — учебная дисциплина (модуль) образовательной программы может входить в базовую или в вариативную часть (в качестве обязательной дисциплины вариативной части или дисциплины по выбору обучающегося);

Learning Outcome — ожидаемый результат обучения, достигаемый обучающимся в результате успешного освоения определенной учебной дисциплины (модуля); результат обучения соотносится с компетенцией, конкретизируя уровень формирования компетенции образовательной программы в рамках конкретной учебной дисциплины.

**Онтологическая модель профессии (профессионального стандарта).** Если онтологическая модель образовательной программы формализует требования к выпускнику со стороны вуза, то онтологическая модель профессии формализует требования к выпускнику со стороны рынка труда и профессионального сообщества.

Онтологическая модель профессии построена на базе структуры профессиональных стандартов в области ИТ, созданных под эгидой АП КИТ [1], и включает в себя описание профессии, вида профессиональной деятельности, обобщенные трудовые функции определенного уровня (подуровня) квалификации с соответствующими требованиями к образованию, с указанием возможной должности, конкретные трудовые функции с набором трудовых действий и требований к умениям/знаниям.

$$O_{Prof} = \langle C_{OProf}, R_{OProf}, F_{OProf} \rangle,$$

где  $C_{OProf}$  — множество концептов онтологии профессии;

$R_{OProf}$  — множество отношений;

$F_{OProf}$  — множество функций интерпретации, заданных на концептах и (или) отношениях.

Разработанная онтологическая модель образовательной программы представлена на рис. 2.

В онтологии профессии определены следующие концепты (классы сущностей):

$C_{OProf} = \{ \text{Profession, Professional Activity, Generalized Work Function, Work Function, Work Action, Skill, Position, Vacancy, Speciality, Level, Qualification Level} \}$ , где Profession — название профессии из соответствующего профессионального стандарта;

Professional Activity — вид профессиональной деятельности (как правило, один для профессии);

Generalized Work Function — обобщенная трудовая функция для определенного уровня (подуровня) квалификации (Qualification Level) профессионального стандарта с заданными требованиями к уровню образования (Level), конкретным направлениям подготовки (специальности) (Speciality);

Position — возможная занимаемая должность, к которой относится обобщенная трудовая функция;

Work Function — трудовая функция, детализирующая обобщенную трудовую функцию; описывается набором трудовых действий (Work Action) и необходимых знаний и умений, для ее выполнения (Skill);

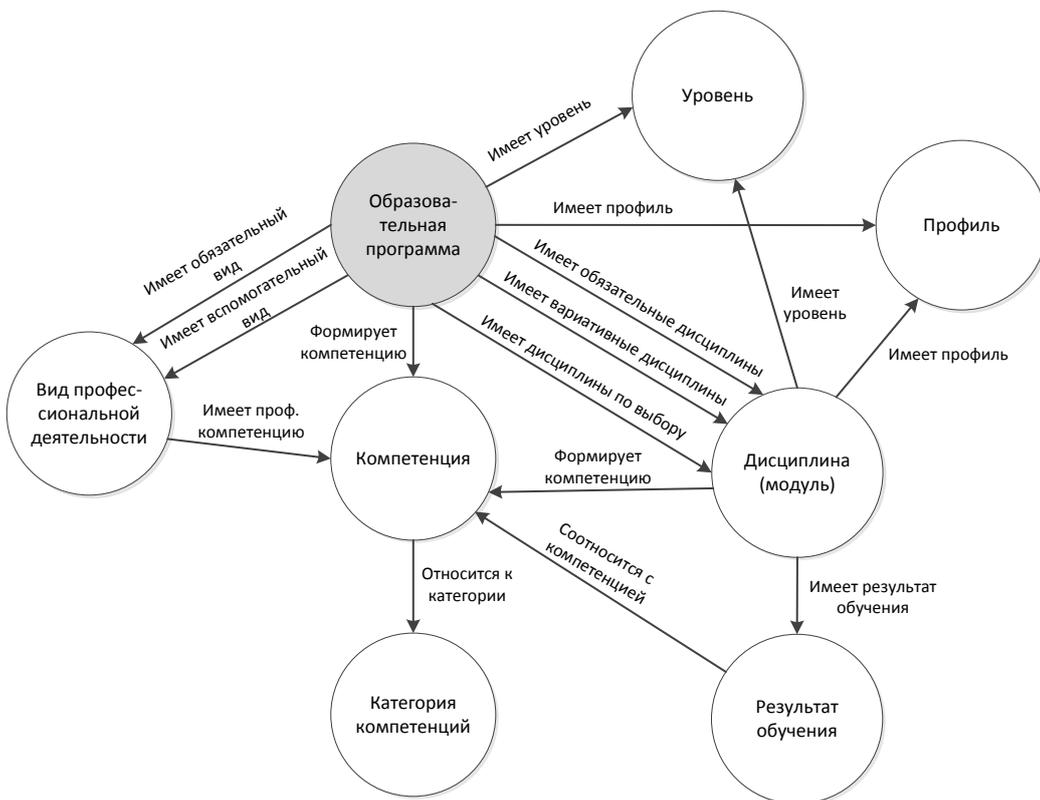


Рис. 1. Онтологическая модель образовательной программы

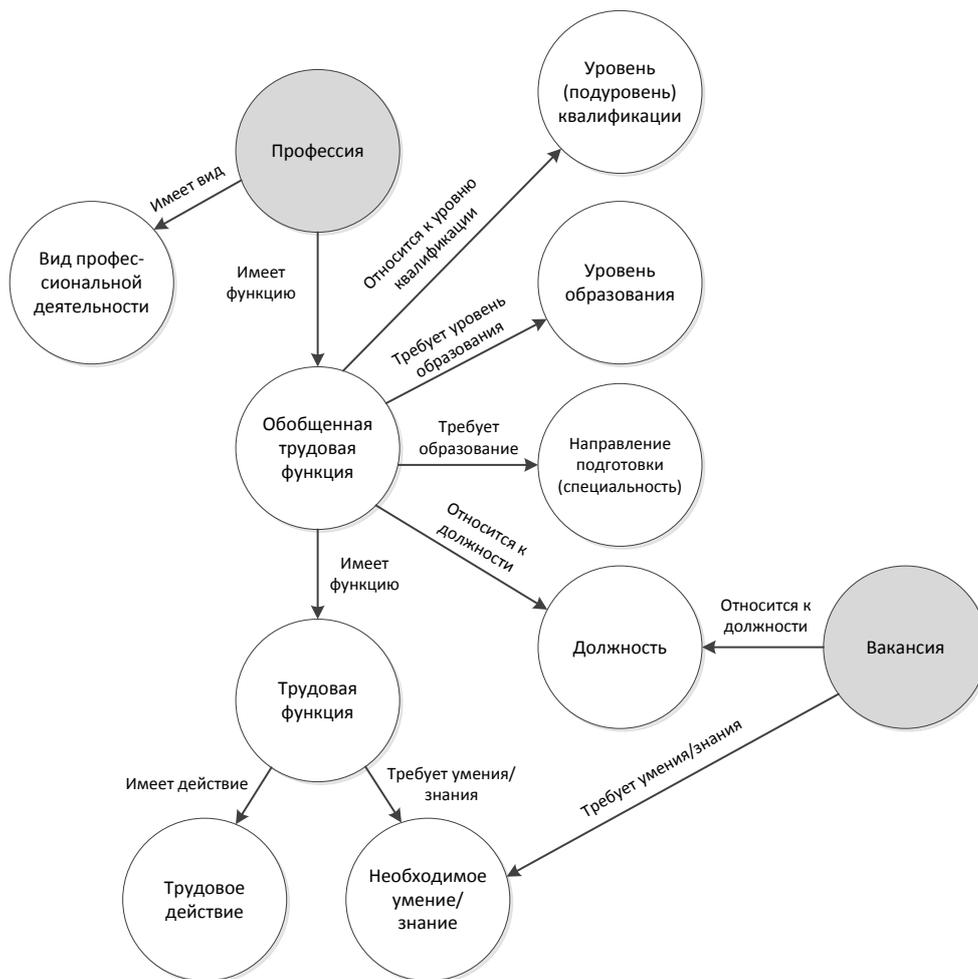


Рис. 2. Онтологическая модель профессии (профессионального стандарта)

Vacancy — описание вакансии на определенную должность (Position) с набором конкретных требований к знаниям и умениям (Skill).

**Заключение.** При сопоставлении онтологических моделей можно отметить концепты (классы сущностей), имеющие одинаковую или сопоставимую семантику:

- Professional Activity (вид профессиональной деятельности);
- Level (уровень образования);
- Educational Program (образовательная программа) и Speciality (направление подготовки/специальность);
- результат обучения (Learning Outcome), необходимое умение/знание (Skill) и трудовое действие (Work Action).

Действительно, если проанализировать содержание образовательных программ и профессиональных стандартов, то становится очевидно, что формулировки трудовых действий, необходимых умений/знаний в профессиональных стандартах и в требованиях к вакансиям очень близки по структуре и семантике к результатам обучения по учебной дисциплине (модулю). Этот факт стоит учесть при дальнейшей разработке алгоритма интеллектуального поиска учебных дисциплин (модулей) под заданный набор результатов обучения и ключевых слов, соотнесенный с трудовыми действиями и необходимыми умениями/знаниями из соответствующих профессиональных стандартов и требованиях к вакансиям.

При разработке подобного алгоритма отдельным сложным вопросом становится определение следующих мер семантической близости:

- меры семантической близости отдельных учебных дисциплин образовательных программ;
- меры семантической близости результатов обучения учебных дисциплин, трудовых действий профессиональных стандартов, требований к умениям/знаниям вакансий.

### Библиографический список

1. Information & Computer Technologies Industry Association (APKIT) : сайт [Электронный ресурс]. URL: [www.apkit.ru](http://www.apkit.ru).
2. ECTS Users' Guide. Brussels : Directorate-General for Education and Culture, 2005.
3. Adam, S. Using Learning Outcomes: A consideration of the nature, role, application and implications for European education of employing learning outcomes at the local, national and international levels [Электронный ресурс] / S. Adam. URL: <http://www.scotland.gov.uk/Publications/2004/09/19908/42711>.
4. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры : утв. приказом Минобрнауки России № 1367 от 19 дек. 2013 г.
5. Сметанина О. Н. Методологические основы управления образовательным маршрутом с использованием интеллектуальной информационной поддержки : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.10 / О. Н. Сметанина. Уфа, 2012. 32 с.
6. Тархов, С. В. Методологические и теоретические основы адаптивного управления электронным обучением на базе агрегативных учебных модулей : дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.10 / С. В. Тархов. Уфа, 2009. 336 с.
7. Ужва, А. Ю. Автоматизированная разработка онтологической модели предметной области для поиска образовательных ресурсов с использованием анализа текстов рабочих программ [Электронный ресурс] / А. Ю. Ужва // Современ. проблемы науки и образования. 2013. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/107-8324>.
8. Пикулин, В. В. Использование семантического анализа для актуализации образовательных программ / В. В. Пикулин, Ю. Е. Усачёв и др. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего : период. науч. изд. Пенза : Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, 2013. № 10 (14). С. 88–95.
9. Chernikova E. A. A Novel Process Model-driven Approach to Comparing Educational Courses using Ontology Alignment [Электронный ресурс] / E. A. Chernikova. URL: <https://www.dora.dmu.ac.uk/handle/2086/10107>.
10. Башмаков, А. И. Интеллектуальные информационные технологии : учеб. пособие / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 304 с.