

УДК 004.9

БАКАНОВА АННА ПАВЛОВНА

аспирант факультета «Программной инженерии и компьютерной техники»,
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий механики и оптики»,
e-mail: bakanova55anna@gmail.com

ЛОГИНОВ КОНСТАНТИН ВИКТОРОВИЧ

аспирант факультета «Программной инженерии и компьютерной техники»,
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий механики и оптики»,
e-mail: disler@list.ru

ШИКОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

к.т.н., доцент факультета «Программной инженерии и компьютерной техники»,
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий механики и оптики»,
e-mail: shik-off@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫМИ ЗНАНИЯМИ И КОМПЕТЕНЦИЯМИ В ИННОВАЦИОННОЙ КОМПАНИИ

Аннотация. В статье анализируются подходы проектирования систем управления корпоративными знаниями на основе компетентностного подхода. Актуальность исследования определяется тем, что высококвалифицированный персонал имеет решающую роль в успехе любых проектов и деятельности компании в целом, и особенно инновационных. Для инновационных компаний развитие и поддержание у сотрудников необходимых компетенций является одним из важнейших условий обеспечения конкурентных преимуществ. **Цель исследования** заключается в проектировании системы управления корпоративными знаниями и компетенциями сотрудников инновационных компаний для обеспечения высокоэффективной работы с персоналом при реализации инновационных проектов. **Для проведения научных исследований использованы методы** системного анализа, прогнозирования, статистического анализа, методы разработки онтологий и рекомендательных систем. **Результаты работы** использованы в ряде инновационных компаний при реализации различных проектов. Применение онтологий при построении системы управления корпоративными знаниями и компетенциями без ошибок позволяет менеджерам по персоналу и руководителям выбирать тех сотрудников, которые лучше всего подходят для участия в новом проекте или выполнения конкретного задания. Онтологии позволяют обнаруживать семантическую взаимосвязь между новой и старой информацией посредством спецификации требований. **Область применения результатов исследований** находится в сфере интересов руководителей инновационных компаний при определении состава исполнителей различных проектов, прежде всего инновационных. Система может рекомендовать тех сотрудников, которые уже участвовали в подобных проектах, а следовательно, обладают нужными компетенциями. При необходимости могут направляться обращения к сотрудникам, у которых нет необходимых компетенций, но они хотели бы в процессе обучения их получить и участвовать в новом проекте. **Выводы:** обеспечение правильного привлечения компетентных сотрудников к конкретному проекту является неотложным требованием для любой инновационной компании. **Ключевые слова:** онтологии, корпоративные знания, компетенции, корпоративная база знаний, корпоративное обучение.

BAKANOVA ANNA PAVLOVNA

postgraduate student of the faculty of Software engineering and computer engineering»,
St. Petersburg national research UNIVERSITY
University of information technologies mechanics and optics»,
e-mail: bakanova55anna@gmail.com

LOGINOV KONSTANTIN VIKTOROVICH

postgraduate student of the faculty of Software engineering and computer engineering»,
St. Petersburg national research UNIVERSITY
University of information technologies mechanics and optics»,
e-mail: disler@list.ru

SHIKOV ALEXEY NIKOLAEVICH

Ph. D., associate Professor of the faculty of Software engineering and computer engineering»,
St. Petersburg national research UNIVERSITY
University of information technologies mechanics and optics»,
e-mail: shik-off@mail.ru

DESIGN OF CORPORATE KNOWLEDGE AND COMPETENCE MANAGEMENT SYSTEM IN AN INNOVATIVE COMPANY

Abstract. The article analyzes the approaches of designing corporate knowledge management systems based on the competence approach. The relevance of the study is determined by the fact that highly qualified staff has a crucial role in the success of any projects and activities of the company as a whole, and especially innovative. For innovative companies, the development and maintenance of the necessary competencies of employees is one of the most important conditions for ensuring competitive advantages. **The purpose** of the study is to design a system of management of corporate knowledge and competencies of employees of innovative companies to ensure highly effective work with staff in the implementation of innovative projects. **Methods of system analysis, forecasting, statistical analysis, ontology and recommendation systems development** were used for scientific research. **The results** are used in a number of innovative companies in the implementation of various projects. The use of ontologies in the construction of a system of corporate knowledge and competencies management without errors allows HR managers and managers to choose those employees who are best suited to participate in a new project or perform a specific task. Ontologies allow to detect semantic relationship between new and old information by means of specification of requirements. The scope of the research results is in the sphere of interests of heads of innovative companies in determining the composition of the performers of various projects, especially innovative. **The system** can recommend those employees who have already participated in such projects, and therefore have the necessary competencies. If necessary, appeals can be sent to employees who do not have the necessary competencies, but they would like to receive them in the process of training and participate in a new project. **Conclusions:** ensuring the right involvement of competent employees in a particular project is an urgent requirement for any innovative company.

Keywords: ontologies, corporate knowledge, competences, corporate knowledge base, corporate training.

Представьте себе компанию, в которой профили персонала бы хранились как формальное описание в онтологии, то есть управление человеческими ресурсами имеет весь «инвентарь знаний» под рукой для возможного стратегического выбора. В частности, инвестиции и усилия, приложенные для правильного представления знаний в компании, могут окупиться в долгосрочной перспективе, позволяя компании правильно развиваться. Жизнь организации характеризуется многими задачами и действиями, которые должны выполняться сотрудниками с необходимыми компетентностями. Присвоение права работать правильному сотруднику, с точки зрения его опыта и знаний, имеет решающее значение для успеха в бизнесе, хотя очень трудно добиться этого эффективным способом. Автоматизированная поддержка такого процесса может помочь руководству в преодолении опасности неправильных назначений из-за

неполной информации или субъективных критериев выбора [13]. Если профили персонала хранятся как формальные описания в онтологическом репозитории, можно предоставить автоматическое распределение предложений на основе семантического сходства между профилем и необходимой задачей, которая также должна быть представлена как формальное описание в соответствии с той же онтологией [16].

Есть много исследований по теме управления компетенциями. Большинство из них в основном касаются онтологий моделирования компетенций, стратегии для определения компетенций, необходимых для организации или проекта, и стратегии развития компетенций сотрудников [14]. В этой статье изучение смежных работ было сосредоточено на модели управления на основе знаний компании и компетенций, которые имеют характеристики, связанные с использованием контекстов. Кроме того, сама компетенция рассматривается как сложный составной элемент и включает в себя различные компоненты. Таким образом, компетенцией можно считать и знания, приобретенные сотрудниками при определенных условиях, то есть в разных контекстах.

Управление компетенциями включает создание карты компетенций, регулирование потребности в компетенциях, выявление пробелов и их восполнение с помощью источников обучения, коучинга и другой корпоративной образовательной деятельности. Компетенции связаны с синергией, интеграцией и взаимодействием между технологиями, людьми, организационными системами и культурой. Поэтому информационные технологии являются ключевым ресурсом, чтобы помочь менеджерам составить карту и разработать компетенции в контексте организации. Распространение портативных устройств в сочетании с распространением беспроводной связи позволили вычислительным сервисам стать контекстно зависимыми. Осознание контекста позволяет разрабатывать адаптивные приложения, стремясь понять не только профиль пользователя, но и контексты, которые его окружают, чтобы генерировать персонализированную информацию [17].

Профессионалы играют решающую роль в успехе деятельности компании. Поэтому правильное их распределение в рамках конкретного проекта или задачи является важным требованием для организаций. В этом контексте предлагается рассмотреть использование онтологий при построении системы поддержки принятия решений, которая поможет менеджерам по персоналу или руководителям проектов выбирать тех сотрудников, которые лучше всего подходят для участия в новом или текущем проекте. А также помогут восполнить нехватку людей, компетентных в той или иной области знаний. Онтологии позволяют системе обнаруживать семантическую взаимосвязь между новыми и предыдущими программными проектами посредством спецификации требований. Поэтому система может предлагать тех людей, которые участвовали в подобных проектах.

Одно и то же знание или навык входит в разные компетенции. Исходя из этого человек может дополнять свои знания до полного обладания всей компетенцией. Обладание конкретными знаниями может потребоваться для выполнения определенных задач. Следовательно, человек может заменить коллегу в случае непредвиденных обстоятельств. Также в структуре компетенции может быть прописано минимальное количество сотрудников, обладающих ею, что представлено на рисунке 1.

И в случае уменьшения этого количества, например, по причине увольнения или болезни, возможны рекомендации для обучения другим. Описания объектов обучения моделируются в онтологии как описания концепций, составленных из базовых знаний и компетенций, согласованных со стандартами для моделирования содержания обучения. База знаний также должна быть настроена для пользования согласно изучению и поиску компетенций. То есть если она уже есть в организации, ее возможно проанализировать через ключевые понятия [15].

Таким образом, получаются два основных источника знаний в компании:

1. Профиль персонала: ему принадлежат описания в соответствии со словарем терминов, доступных для решения различных задач.

2. Объекты обучения: описания по словарю образовательных ресурсов, которые будут составлены для создания индивидуальных программ обучения [14].

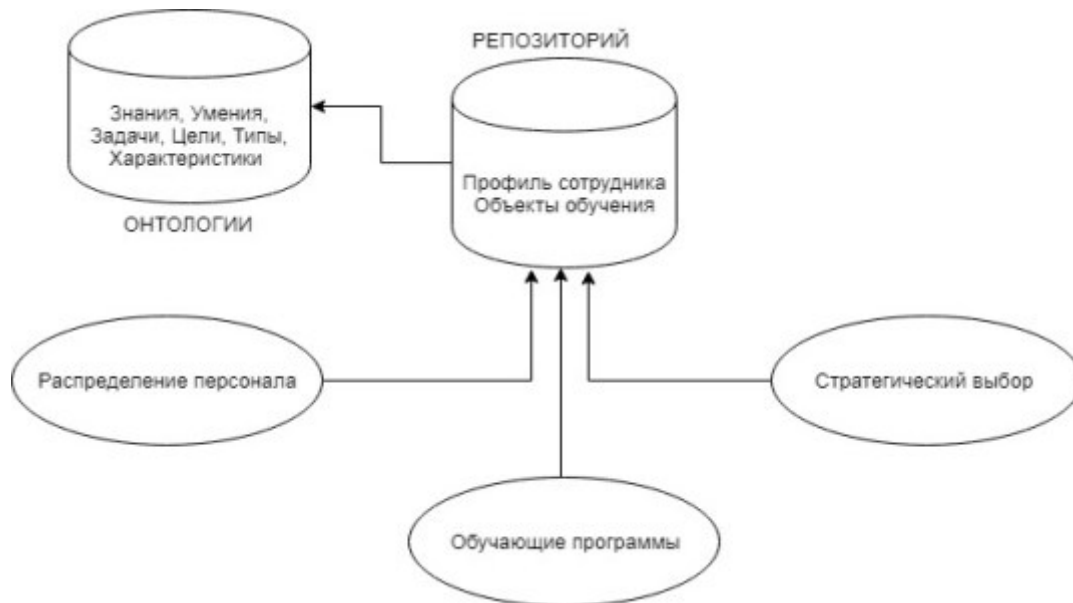


Рис. 1. Система использования знаний в инновационной компании.

Так как рассматривается более сложная структура управления корпоративными знаниями с учетом использования модели компетенций, необходимо уточнить и рассмотреть более подробную модель управления знаниями. В компании происходит агрегация знаний, необходимых для обучения и другой информации, касающейся самих сотрудников, функционирования компании, ее структуры, деятельности. Управление знаниями с интегрированными онтологическими моделями описано в ряде публикаций [6], [7], [8], [9], [10], [11]. «Хорошая онтология с хорошей визуализацией может стать великолепным инструментом для образования, если предоставить возможность аннотирования концептов онтологии каким-либо содержимым» [6]. Основными целями такой онтологической модели управления знаниями являются развитие компетенций, управление ими в организациях и поддержка корпоративного образования. Архитектура модели представляет собой семь основных компонентов, спроектированных для достижения вышеуказанных целей (рисунок 2).



Рис. 2. Архитектура системы управления знаниями и компетенциями.

Они организованы в три модуля, три агента и административный сайт. Как показано на рисунке, модули спроектированы в виде сервисов, которые дают возможность управлять данными, обработанными системой. Предполагается, что персональный ассистент сопровождает пользователя на любом устройстве, в том числе на мобильном телефоне, и помогает во время сессий онлайн. Его деятельность осуществляется, основываясь на двух функциях. Он выдает рекомендательные сообщения и позволяет пользователям взаимодействовать с системой, главным образом обновляя свои профили. Агент взаимоотношений доставляет сообщения, отправленные агентом компетенций персональному ассистенту. Агент компетенций осуществляет мониторинг контекста, ищет возможные варианты поддерживать развитие компетенций сотрудника, то есть выполняет набор действий, осуществляя рекомендации о людях, событиях, ресурсах, и сообщает изменения в контексте компетенции.

Возможность сделать рекомендации разделена на конкретные характеристики, которые инициируются пятью видами знаний. Эти знания контролируют обновление пяти видов контекстуальной информации, а именно: «Событие» (знание о том, что происходит), «Ресурс» (знание о том, какие ресурсы задействованы в данном событии), «Местоположение», «Профиль» (знание о том, кто участвует в событии) и «Компетенции» (знание о том, какие компетенции задействованы в этом). Административный сайт позволяет осуществлять взаимодействия между модулями системы для стабильной работы и использования данных, собранных и изученных агентами [14].

Модуль профиля содержит сервисы, позволяющие администрировать профиль сотрудника. Система использует онтологическую модель профиля сотрудника, основанную на шести категориях: «Контакты», «Предпочтение», «Безопасность», «Персональные компетенции», «Проект» и «Личные данные». Категория «Контакты» содержит информацию для связи с пользователем, а «Предпочтение» содержит информацию о предпочтениях относительно интерфейса и элементов связи. «Безопасность» хранит учетные данные безопасности. «Персональные компетенции» записывают компетенции пользователя и уровень квалификации. «Проект» содержит информацию о проектах, в которые вовлечен сотрудник в соответствии с исполняемой ролью и должностью, а также компетенциями и профессиональным уровнем, необходимым для осуществления конкретной деятельности. Категория «Личные данные» включает в себя остальные данные о пользователе [14].

Модуль компетенций использует метаданные, но также добавлена информация о профессиональном уровне владения для каждой компетенции. Несмотря на то, что система фокусируется в основном на управлении индивидуальными компетенциями, модель компетенций использует древовидную структуру, начинающуюся с организационного уровня, далее – уровень коллективных компетенций и затем достигает индивидуальных. Этот общий подход проектирования дерева уровней позволяет расширять систему, чтобы в дальнейшем управлять коллективными и организационными компетенциями.

Для эффективного управления персоналом можно выделить следующие показатели: «Компетенция», «Уровень квалификации», «Личная компетенция», «Вес компетенции», «Роль (должность)», «Компетенция роли», «Проект», «Компетенция проекта», «События», «Компетенция события», «Ресурс», «Компетенция ресурса». Они содержат информацию о компетенциях, отображенных в организации. «Уровень квалификации» показывает уровень обладания компетенцией. Также возможно определить экспертов в каждой компетенции, то есть людей с максимальным уровнем компетенции. Для них это будет их «личная компетенция». «Вес компетенции» отображает вес, необходимый для заполнения должности или для участия в проекте. «Роль» описывает должности, роли или функции внутри организации. «Компетенция роли» определяет компетенции и уровни квалификации для каждой позиции. Понятие «Личная информация», указанное ранее, содержит информацию о сотрудниках и связано с категориями «Личная компетенция» и «Проект». «Личная компетенция» хранит компетенции и уровни квалификации, достигнутые каждым человеком в организации. «Проект» описывает информацию о проектах, а «компетенция проекта» перечисляет компетенции и уровень квалификации, связанные с каждым проектом. Проекты связаны с исполняющими их людьми и компетенциями, степенью важности и уровнем требуемых знаний («компетенции проекта»). Категория «События» содержит описание возможных рабочих и учебных задач, а

«компетенция события» указывает на компетенцию и уровень квалификации, связанный с каждым событием. «Ресурс» содержит описание доступных ресурсов, а «компетенция ресурса» определяет компетенции и уровни квалификации, связанные с каждым ресурсом [14].

Документы, в которых перечислены требования к проектам, разработкам и другой деятельности сотрудников, и компании, необходимые для определения технологических знаний и компетенций, которые должны быть задействованы сотрудниками в проекте, а также подобные документы из предыдущих проектов семантически аннотируются в соответствии с онтологиями, хранящимися в репозитории онтологий. Этот процесс использует онтологию, которая моделирует предметную область каждой деятельности, включая все те инструменты и технологии, которые поддерживают все фазы жизненного цикла проекта. Целью процесса семантической аннотации является выявление семантического сходства между проектами и профилем персонала. Система, предложенная в этой работе, использует преимущества этих знаний и формализует их таким образом, чтобы они могли быть использованы и распространены всей организацией. Поэтому для этой цели были выбраны онтологии, поскольку они помогают обеспечить формальную и четкую спецификацию общей концептуализации [18].

Для модуля компетенций необходимо определить, какая часть знаний будет участвовать во взаимодействии с другими модулями и агентами системы. «Для интеграции знаний об электронном обучении в единую модель необходимо объединение существующих онтологий на основе некоторой базисной. Отсутствие базисной онтологии затрудняет процесс объединения существующих онтологий, зачастую несовместимых между собой» [1]. Исходя из того, что данные о проекте ресурсах, событиях и компетенциях должны браться из корпоративной базы знаний, то целесообразно формализовать представление этих данных и взаимоотношения между ними. «Разработка таких алгоритмов является особенно актуальной для системы непрерывного профессионального образования, где обучение в большинстве случаев осуществляется без отрыва от профессиональной деятельности и преподаватель-эксперт не может оперативно реагировать на изменение потребностей обучающихся» [2]. Целью семантической сети является предоставление веб-информации четкого значения и ее понимание не только людьми, но и компьютерами. Следовательно, онтологическая модель модуля компетенций может выглядеть так, как показано на рисунке 3.



Рис. 3. Онтологическая модель модуля компетенций.

Интересен опыт применения концептуальных карт для онтологического инжиниринга корпоративных систем в статьях [4], [5]. «Концептуальные карты являются промежуточной моделью разработки онтологии, поэтому их автоматизированная оптимизация позволит значительно сократить процесс онтологического инжиниринга, сократить время эксперта по их разработке...» [4].

Так как «Ресурс», «Событие», «Роль» и «Проект» в данном случае характеризуются компетенциями, они связаны с общим списком компетенций, которые в то же время имеют тип, уровень и некое знание, которое в свою очередь может содержать также «Знание» и определяет основной смысл компетенции. «Личная компетенция» берется из общего списка компетенций, но ей соответствует самый высокий уровень профессионализма. Задача применения компетенции раскрывает понятие «Событие», которое требует конкретного решения или действий. Цель применения компетенции отображает категорию «Проект», их может быть несколько для разных компетенций, и наоборот, одна и та же цель может быть достигнута с помощью разных компетенций.

Важное значение имеет контекст, в рамках которого «живет» знание, осуществляется деятельность. Контекст состоит из пяти составляющих: «Места», «Временной», «Социальный», «Компетентностный» и «Физический». Каждая категория стремится ответить на следующие вопросы: где я? (местоположение); какие пробелы имеются в моей компетенции? (компетентностная составляющая); какие люди и ресурсы близки ко мне и могут помочь мне заполнить эти пробелы? (социальная составляющая); какие события еще не произошли или произойдут и могут помочь мне заполнить мои пробелы? (временная составляющая); что я использую для этого? (физическая составляющая) [14].

Категории «Личные данные» из модуля профиля и «Ресурс» из модуля компетенций относятся к составляющей «Социальный» контекст. Категория «Личные данные» содержит информацию о сотруднике и связана с категориями «Местоположение» и «Физический» контекст. «Ресурс» хранит информацию о ресурсах, доступных в данном местоположении. «Временной» контекст формируется категорией «События» (из модуля компетенций). В результате взаимодействия трех модулей количество информации, используемой в работе системы, увеличится исходя из задач взаимодействия модулей. Добавляются данные из корпоративной базы знаний, онтология модуля компетенций дополнится новыми классами и отношениями. На рисунке 4 представлена данная онтологическая модель.

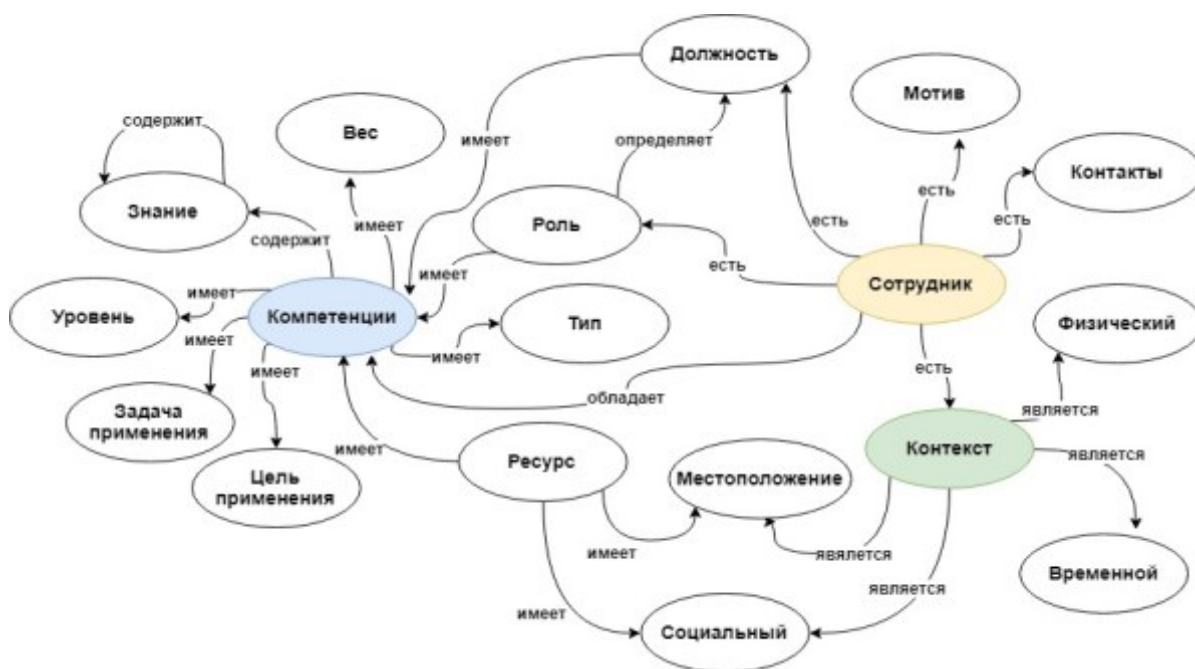


Рис. 4. Онтологическая модель для системы управления знаниями и компетенциями.

Модуль профиля представлен понятием сотрудник, у которого есть мотив, то есть «Предпочтение», должность, роль. Личные данные сотрудника представлены понятием «Сотрудник», которые включают в себя несколько контекстов. Таким образом появляется связь между модулем профиля и модулем контекста. Отношения между видами контекста и категориями модуля компетенций также отражены в онтологии отношениями между ресурсом

и типами контекста «Местоположение» и «Социальный». Модуль компетенций связан с модулем профиля отношениями «сотрудник обладает компетенцией», а также «у сотрудника есть должность» и «у сотрудника есть исполняемая им роль». Соответственно, при описании проекта, который отображен в онтологической модели целями применения компетенций и задачами применения, также будут описаны роли, необходимые для исполнения задач.

Профиль работы состоит из компетенций, необходимых для выполнения заданий и обязанностей. В профиле указаны минимальные уровни квалификации для компетенций. Целесообразно установить минимальное количество человек, обладающих каждой из компетенций в компании, и производить контроль по этим данным. Если сотрудников, обладающих компетенцией «знание английского языка», стало меньше 3, а минимально возможное количество таких сотрудников должно быть 3, то следует предложить пройти курсы и приобрести данную компетенцию сотрудникам компании. Сколько обладателей каждой компетенции должно быть, решает сама компания. И это также может контролироваться системой. Важный вывод делает Владимир Артемов [20]: «Однако универсальный подход в случае применения его к образовательной сфере требует определенного уровня модификации. Это связано в том числе и с достаточно глубокой степенью детализации компетентностного подхода в системе образования. В настоящее время существует тенденция подразделять на такие компетенции, кото- рые:

- основаны на параметрах личности;
- основаны на выполнении задач и деятельности;
- основаны на выполнении производственной деятельности;
- основаны на управлении результатами деятельности» [12].

При составлении карты компетенций их можно распределить в четыре группы: организационная, личная, межличностная и техническая. Кроме того, в системе каждая компетенция должна быть связана с уровнем квалификации. Их возможно классифицировать как: неразвитые, мало развитые, частично развитые, развитые и полностью развитые. Система позволяет присваивать веса компетенциям, что дает возможность выявлять определенные компетенции как более важные для данной работы. У каждой компетенции есть имя, описание, вес и группа. Профиль сотрудника состоит из набора его компетенций. Каждую компетенцию можно классифицировать по пяти уровням мастерства, как было указано ранее.

Модель может быть дополнена классами, понятиями и отношениями в соответствии с расширением функций системы. «Возникают следующие проблемы: не всегда удается правильно найти связи между концептами; не всегда удается выделить концепты, имеющие связь с наибольшим количеством других концептов; найденные связи между концептами будущей онтологии не всегда актуальны для конкретной предметной области» [3]. Так как предполагается использование системы в рамках обучения и приобретения сотрудниками новых компетенций, то возможно рассмотреть также вариант использования такой системы с учетом выбора образовательной программы и курсов или же просто поиска в корпоративной базе знаний необходимой информации самим сотрудником. Система может использоваться в рамках рекомендательной системы персонализации корпоративного обучения.

На протяжении нескольких месяцев собирались данные о времени выполнения задач, времени отклика на запрос и мотивации 37 сотрудников к обучению. В начале эксперимента сотрудники прошли анонимное тестирование, посвященное выявлению мотивации, в котором спрашивалось о необходимости или желании приобрести те или иные компетенции, также спрашивалось о том, какими компетенциями в рамках их должности они обладают и на выполнение каких задач тратится меньше или больше всего времени. По каждому сотруднику ведется учет компетенций, которыми он обладает. Оценивание проводилось по шкале степеней от 1 до 5. Помимо этих данных, менеджеры проектов предоставили данные с отчетами о времени выполнения событий в рамках своих проектов.

По результатам исследований был составлен целый ряд отчетов, в которых отображались данные о степени обладания той или иной компетенцией. Были проанализированы компетенции, которые являются обязательными для проектов и конкретных событий в рамках этих проектов. Произведено сравнение имеющихся компетенций у сотрудника с компетенциями занимаемой им должности. Проанализированы компетенции, которые используются при ре-

шении конкретных задач, на которые тратится больше всего времени.

По итогам исследования сотрудникам поступили предложения пройти обучение для получения недостающих компетенций. Девятнадцать сотрудников откликнулись на предложение и прошли курсы, мастер-классы или изучили необходимые материалы по желаемым направлениям.

Проанализировав результаты подготовки персонала, а также время выполнения проектов и заданий до и после обучения, сформулированы следующие результаты:

- в компании появились сотрудники, которые могли бы заменить друг друга в выполнении задач, использующих одни и те же компетенции;
- график обладания компетенциями показывает рост количества полученных компетенций;
- эффективность применения системы оценивалась исходя из времени выполнения конкретных заданий (событий) сотрудниками.

В результате первоначального определения карты компетенции сотрудников менеджер принял решение изменить задачи для участников проекта на основе рекомендаций системы, что привело к завершению проекта на неделю раньше. Таким образом, система предоставляет менеджеру проекта выбор из большего количества сотрудников, обладающих одной и той же компетенцией исходя из степени ее обладания.

Литература

1. Артемов В. Ю. Онтология компетентностного подхода в системе высшего профессионального образования // *Universum: Психология и образование: электрон. научн. журн.* – 2014. – № 12(11). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://7universum.com/ru/psy/archive/item/1774> (дата обращения: 21.06.2019), свободный. – Загл. с экрана.
2. Артемова Г. О., Гусарова Н. Ф., Коцюба И. Ю. Автоматизация поддержки принятия решений при разработке онтологий в сфере образования на основе промежуточных моделей // *Открытое образование.* – 2015. – Вып. 5. – С. 4–10. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.e-joe.ru/> (дата обращения: 21.06.2019), свободный. – Загл. с экрана.
3. Артемова Г. О., Гусарова Н. Ф., Коцюба И. Ю. Алгоритмизация разработки онтологий в сфере образования на основе промежуточных моделей с процедурой их оптимизации // *Компьютерные инструменты в образовании.* – 2015. – Вып. 2. – С. 14–24. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ipro.spb.ru/journal/index.php?article/1743/> (дата обращения: 21.06.2019), свободный. – Загл. с экрана.
4. Балашова И. Ю. Онтологические модели в системе информатизации образования // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе.* 2015. № 3 (15). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ontologicheskie-modeli-v-sisteme-informatizatsii-obrazovaniya> (дата обращения: 21.06.2019), свободный. – Загл. с экрана.
5. Беляев К. В. Онтологическая модель представления знаний о предметной области в системе дистанционного обучения // *Вестник МГУЛ – Лесной вестник.* – 2010. – № 1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ontologicheskaya-model-predstavleniya-znaniy-o-predmetnoy-oblasti-v-sisteme-distantsionnogo-obucheniya> (дата обращения: 24.06.2019), свободный. – Загл. с экрана.
6. Боярский К. К., Ольшевская А. В., Стафеев С. К., Катков Ю. В., Муромцев Д. И., Яговкин В. И. Комплексная визуализация предметной онтологии на основе взаимосвязанных конструкций. *Компьютерные инструменты в образовании.* – 2011. – № 5. – С. 38–45.
7. Васильев В. Н., Муромцев Д. И., Стафеев С. К. Онтологический подход в электронном обучении: открытость, гибкость, связность и интерактивность. *Компьютерные инструменты в образовании.* – 2013. – № 5. – С. 33–41.
8. Волчек Д. Г., Муромцев Д. И., Романов А. А. Онтологическое моделирование массовых открытых онлайн-курсов (МООК). *Интерактивное образование.* – 2018. – № 3. – С. 68–71.
9. Горовой А. А., Муромцев Д. И. Реализация технологии активного обучения на базе онтологического моделирования. *Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО.* – 2009. – № 2 (60). – С. 107–113.
10. Муромцев Д. И., Горовой А. А., Злобин А. Н., Катков Ю. В., Починок И. Н. Архитектура системы управления знаниями на основе Wiki-технологии с интегрированными онтологическими моделями. *Известия высших учебных заведений. Приборостроение.* – 2011. – Т. 54. – № 1. – С. 5–12.
11. Навроцкий М. А., Жукова Н. А., Муромцев Д. И. Онтология проектирования, применения и сопровождения порталов научно-технической информации. *Онтология проектирования.* – 2018. – Т. 8. – № 1 (27). – С. 96–109.
12. Чалая Л. Э., Чижевский А. В. Метод автоматического построения онтологических моделей с древовидной структурой концептов // *АСУ и приборы автоматизации.* – 2015. – № 173. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-avtomaticheskogo-postroeniya-ontologicheskikh-modeley-s-drevovidnoy-strukturoy-kontseptov> (дата обращения: 24.06.2019), свободный. – Загл. с экрана.
13. Bakanova A. [and other collaborators]. The concept of personalized e-learning with the use of mobile applications based on ontologies // *Ponte Academic Journal.* 2018. No. 1 (74). P. 61–70.
14. Barbosa J. L. V. [u др.]. DeCom: A model for context-aware competence management // *Computers in Industry.* 2015.

15. Cakula S., Salem A. B. M. E-learning developing using ontological engineering // *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*. 2013. No. 1 (10). P. 14–25.
16. Colucci S. [and other collaborators]. Automating competencemanagementthroughnon-standardreasoning // *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2011. (24). P. 1368–1384.
17. Munir K., Sheraz Anjum M. The use of ontologies for effective knowledge modelling and information retrieval // *Applied Computing and Informatics*. 2017.
18. Paredes-Valverde M.A. [and other collaborators]. An ontology-based approach with which to assign human resources to software projects // *Science of Computer Programming*. 2018.
19. Shikov A. N. Ontologicheskij podhod v upravlenii elektronnyim obucheniem / A. N. Shikov, A. Bakanova // *Novshestva v oblasti tekhnicheskikh nauk T. 1*. 2016. P. 11–13.
20. Shikov A. N. Primenenie ontologicheskogo inzhiniringa v sistemah upravleniya elektronnyim obucheniem / A. N. Shikov, A. Bakanova // *Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya T. 4*. No. 4. 2017. P. 102–107.

References:

1. Artemov V. YU. Ontologiya kompetentnostnogo pohoda v sisteme vysshego professional'nogo obrazovaniya // *Universum: Psihologiya i obrazovanie: elektron. nauchn. zhurn*. 2014. No. 12(11). [An electronic resource]. Access mode: <http://7universum.com/ru/psy/archive/item/1774>, free. Heading from the screen.
2. Artemova G. O., Gusarova N. F., Kocyuba I. YU. Algoritmizaciya razrabotki ontologij v sfere obrazovaniya na osnove promezhutochnyh modelej s proceduroj ih optimizacii // *Komp'yuternye instrumenty v obrazovanii*. 2015. Vyp. 2. P. 14–24. [An electronic resource]. Access mode: <http://ipo.spb.ru/journal/index.php?article/1743/>, free. Heading from the screen.
3. Artemova G. O., Gusarova N. F., Kocyuba I. YU. Avtomatizaciya podderzhki prinyatiya reshenij pri razrabotke ontologij v sfere obrazovaniya na osnove promezhutochnyh modelej // *Otkrytoe obrazovanie*. 2015. Vyp. 5. P. 4–10. [An electronic resource]. Access mode: <http://www.e-joe.ru/>, free. Heading from the screen.
4. Bakanova A. [and other collaborators]. The concept of personalized e-learning with the use of mobile applications based on ontologies // *Ponte Academic Journal*. 2018. No. 1 (74). P. 61–70.
5. Balashova I. YU. Ontologicheskie modeli v sisteme informatizacii obrazovaniya // *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve*. 2015. No. 3 (15). [An electronic resource]. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/ontologicheskie-modeli-v-sisteme-informatizatsii-obrazovaniya>, free. Heading from the screen.
6. Barbosa J. L. V. [u òp.]. DeCom: A model for context-aware competence management // *Computers in Industry*. 2015.
7. Belyaev K. V. Ontologicheskaya model' predstavleniya znaniy o predmetnoj oblasti v sisteme distancionnogo obuchenija // *Vestnik MGUL – Lesnoj vestnik*. 2010. No. 1. [An electronic resource]. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/ontologicheskaya-model-predstavleniya-znaniy-o-predmetnoj-oblasti-v-sisteme-distantsionnogo-obucheniya>, free. Heading from the screen.
8. Boyarskij K. K., Ol'shevskaya A. V., Stafeev S. K., Katkov YU. V., Muromcev D. I., YAgovkin V. I. Kompleksnaya vizualizaciya predmetnoj ontologii na osnove vzaimosvyazannykh konstrukcij. *Komp'yuternye instrumenty v obrazovanii*. 2011. No. 5. P. 38–45.
9. Cakula S., Salem A. B. M. E-learning developing using ontological engineering // *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*. 2013. No. 1 (10). P. 14–25.
10. Chalaya L. E., Chizhevskij A. V. Metod avtomaticheskogo postroeniya ontologicheskikh modelej s drevovidnoj strukturoj konceptov // *ASU i pribory avtomatiki*. 2015. No. 173. [An electronic resource]. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-avtomaticheskogo-postroeniya-ontologicheskikh-modelej-s-drevovidnoj-strukturoy-kontseptov> (data obrashcheniya: 24.06.2019), free. Heading from the screen.
11. Colucci S. [and other collaborators]. Automating competencemanagementthroughnon-standardreasoning // *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2011. (24). P. 1368–1384.
12. Gorovoj A. A., Muromcev D. I. Realizaciya tekhnologii aktivnogo obucheniya na baze ontologicheskogo modelirovaniya. *Nauchno–tekhnicheskij vestnik SPbGU ITMO*. 2009. No. 2 (60). P. 107–113
13. Munir K., Sheraz Anjum M. The use of ontologies for effective knowledge modelling and information retrieval // *Applied Computing and Informatics*. 2017.
14. Muromcev D. I., Gorovoj A. A., Zlobin A. N., Katkov YU. V., Pochinok I. N. Arhitektura sistemy upravleniya znaniyami na osnove Wiki-tekhnologii s integrirovannymi ontologicheskimi modelyami. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Priborostroenie*. 2011. T. 54. No. 1. P. 5–12.
15. Navrockij M. A., Zhukova N. A., Muromcev D. I. Ontologiya proektirovaniya, primeneniya i soprovozhdeniya portalov nauchno-tekhnicheskoy informacii. *Ontologiya proektirovaniya*. 2018. T. 8. No. 1(27). P. 96–109.
16. Paredes-Valverde M.A. [and other collaborators]. An ontology-based approach with which to assign human resources to software projects // *Science of Computer Programming*. 2018.
17. Shikov A. N. Ontologicheskij podhod v upravlenii elektronnyim obucheniem / A. N. Shikov, A. Bakanova // *Novshestva v oblasti tekhnicheskikh nauk T. 1*. 2016. P. 11–13.
18. Shikov A. N. Primenenie ontologicheskogo inzhiniringa v sistemah upravleniya elektronnyim obucheniem / A. N. Shikov, A. Bakanova // *Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya T. 4*. No. 4. 2017. P. 102–107.
19. Vasil'ev V. N., Muromcev D. I., Stafeev S. K. Ontologicheskij podhod v elektronnom obuchenii: otkrytost', gibkost', svyaznost' i interaktivnost'. *Komp'yuternye instrumenty v obrazovanii*. 2013. No. 5. P. 33–41.
20. Volchek D. G., Muromcev D. I., Romanov A. A. Ontologicheskoe modelirovanie massovykh otkrytykh onlajn kursov (MOOK). *Interaktivnoe obrazovanie*. 2018. No. 3. P. 68–71.