

# Проектирование рабочей программы дисциплины на основе элементов компетенций

Целью исследования является разработка и апробация методики подготовки и актуализации рабочих программ учебных дисциплин и практик основной профессиональной образовательной программы высшего образования, соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования редакции 2017 года на основе элементов компетенций, выделяемых из текстов профессиональных и образовательных стандартов, стандартов предметной области подготовки, научно-методических разработок и иных источников.

Рекомендованный Министерством образования и науки РФ подход – выражение необходимого выпускнику набора профессиональных знаний, умений и навыков в формулировках нескольких десятков компетенций, предполагает набор гораздо более общих, чем в профессиональных стандартах и стандартах предметной области, формулировок, которые на уровне рабочих программ дисциплин снова должны быть декомпозированы в отдельные темы контактных занятий и самостоятельной подготовки студентов. При этом возникают риски пропуска или дублирования материала в различных дисциплинах и произвольность толкования общих формулировок компетенций разными авторами методических разработок.

По мнению авторов, использование элементов компетенций, выделяемых из текстов стандартов, научно-методических разработок и иных источников предметной области деятельности выпускника вуза, позволяет более полно и конкретно определить необходимый при обучении по направлению подготовки набор и содержание знаний, умений и навыков, рационально распределить их между учебными дисциплинами и практиками, сформировать основные дидактические единицы рабочей программы учебной дисциплины, обеспечить прослеживаемость требований к результатам освоения дисциплины до конкретного источника требований.

В процессе исследования разработана и апробирована методика сбора, обработки и систематизации информации, необходимой

для подготовки документов организации учебного процесса на кафедре вуза; выполнен анализ профессиональных и отраслевых стандартов программной инженерии; сформирован массив элементов компетенций, необходимых выпускнику направления подготовки 09.03.04; предложены программные средства для обработки и структурирования информации, управления изменениями элементов компетенций с учётом взаимосвязей между ними.

В статье приведено описание структуры данных массива элементов компетенций, необходимых выпускнику бакалавриата по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»; представлены результаты анализа основных видов источников компетенций: образовательного стандарта по указанному направлению бакалавриата, профессиональных стандартов и отраслевых стандартов программной инженерии, онтологических и архитектурных моделей сущностей предметной области; алгоритм сбора, обработки и систематизации информации, необходимой для формирования элементов компетенций; приведены примеры формирования элементов компетенций различных видов.

Исследование показало, что расширенный в предложенной методике компетентностный подход к формированию рабочих программ учебных дисциплин и практик основной профессиональной образовательной программы высшего образования позволяет обеспечить полноту, актуальность и непротиворечивость требований к подготовке студентов, рациональное распределение тематики учебного материала между дисциплинами и взаимную их согласованность в образовательном процессе.

**Ключевые слова:** архитектурная модель, компетентностный подход, образовательный стандарт, онтологическая модель, программная инженерия, профессиональный стандарт, рабочая программа дисциплины, трудовая функция, элемент компетенции

Andrey M. Polyanskiy, Ekaterina A. Smirnova

Vologda State University, Vologda, Russia

## Designing a work program for the discipline based on the elements of competencies

The aim of the research is to develop and approve the methodology for the preparation and actualization of the work programs of the academic disciplines and practices of the basic vocational education program of higher education that meets the requirements of the federal state educational standard of higher education of 2017 on the basis of the elements of competences allocated from texts of professional and educational standards, subject area standards, scientific, methodological and other sources.

The approach, recommended by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation is the expression of the set of professional knowledge, skills necessary for the graduate in the formulations of several dozens of competences, presupposes a set of formulas that are much more general than in professional standards and subject area standards, are decomposed into separate themes of contact classes and independent preparation of students. At the same

time, there are risks of missing or duplicating material in different disciplines and arbitrariness in the interpretation of general formulations of competencies by different authors of methodological developments. According to the authors, the use of the elements of competences allocated from the texts of standards, scientific and methodological developments and other sources of the subject field of activity of the university graduate, allows to determine the set and content of preparation more fully, rationally distribute them among educational disciplines and practices, to form the main didactic units of the work program of the academic discipline, to ensure the traceability of the requirements to the results of mastering the disciplines to a specific source of requirements.

In the process of research, a methodology for the collection, processing and systematization of information necessary for the preparation of

documents for the organization of the educational process at the department of the university was developed and approved; the analysis of professional and branch standards of software engineering is carried out; an array of elements of competencies required by the graduate training directions 09.03.04 is formed; software tools for processing and structuring information, managing changes in the elements of competences, taking into account the interrelations between them are proposed.

The article describes the structure of the data array of competencies required by the graduate of the bachelor's degree in the direction of training 09.03.04 "Software Engineering"; the results of the analysis of the main types of competence sources are presented: the educational standard in the specified direction of bachelor's degree, professional standards and branch standards of software engineering, ontological and architectural models of entities of the subject domain; an algorithm

for the collection, processing and systematization of information necessary for the formation of competency elements; examples of forming various types elements of competences are given.

The study has showed that the competence approach, expanded in the proposed methodology, to the formation of working programs of educational disciplines and practices of the basic professional educational program of higher education allows to ensure the completeness, relevance and consistency of the requirements for the preparation of students, the rational distribution of the subject matter of the teaching material between disciplines and their mutual coherence in the educational process.

**Keywords:** architectural model, competence approach, educational standard, ontological model, software engineering, professional standard, work program of discipline, labor function, competence element

## Введение

До начала набора студентов по федеральным образовательным стандартам последней редакции (далее ФГОС ВО 3++) остаётся менее двух лет, примерные основные образовательные программы (далее ПООП) по новым стандартам ещё не появились, а вуз уже должен планировать различные компоненты образовательного процесса: это перечень универсальных компетенций (УК), общепрофессиональных компетенций (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК) по направлению и направленности (профилю) подготовки, которыми должен овладеть студент, набор учебных дисциплин и их содержание, подбор и подготовка преподавателей, которые будут эти дисциплины вести, создание материально-технической базы обучения и проч. Поскольку в отсутствие ПООП вуз самостоятельно формирует ПК на основе требований профессиональных стандартов, выпускающими кафедрами могут быть предприняты самостоятельные шаги по систематизации и автоматизации процесса подготовки комплектов организационно-методических документов.

Используемый вузами программный продукт GosInsp разработки Лаборатории ММИС [1] предназначен в основном для проектирования учебных планов в соответствии с предыдущими верси-

ями образовательных стандартов (ФГОС-3 и ФГОС-3+) всех форм обучения и не позволяет автоматизировать процесс формирования основной профессиональной образовательной программы (далее ОПОП). Известны и другие разработки, но готового продукта для формирования ОПОП с учётом особенностей ФГОС ВО 3++ пока не предложено.

ФГОС ВО 3++ по направлениям подготовки рекомендуют наборы базовых профессиональных стандартов, из которых в соответствии с направленностью (профилем) обучения, результатами анализа рынка труда и пожеланиями работодателей вузом выбираются необходимые обобщённые трудовые функции (далее ОТФ) и отдельные трудовые функции (далее ТФ), а из них – виды трудовых действий, необходимые для их выполнения знания и умения. Этот достаточно объёмный и трудно обозримый массив информации необходимо структурировать в набор компетенций трёх видов (УК, ОПК и ПК), выделить и сформулировать профессиональные задачи и ПК (УК и ОПК определены в тексте образовательного стандарта), распределить их по преподаваемым дисциплинам с целью обеспечения полноты формируемых знаний, умений и навыков, взаимосвязи дисциплин по содержанию и последовательности преподавания, обеспечить отсутствие в рабочих программах дисци-

плин (далее РПД) методически неоправданного дублирования материала.

Предлагаемый в методических рекомендациях Минобрнауки РФ [2] и развиваемый в ряде исследований подход – выражение необходимого выпускнику набора профессиональных знаний, умений и навыков в формулировках трёх-пяти десятков компетенций, предполагает набор гораздо более общих, чем в профессиональных стандартах, формулировок, которые в РПД снова должны быть декомпозированы в отдельные темы контактных занятий и самостоятельной подготовки студентов. При этом возникают риски пропуска или дублирования материала в различных дисциплинах и произвольность толкования общих формулировок компетенций разными авторами методических разработок.

Частично выходом из ситуации является разработка паспорта компетенции [3], однако авторы этой методики не соотносят элементы образовательных компетенций с требованиями профессиональных стандартов, рекомендованных для выпускников по направлениям ФГОС ВО 3++. В работе [4] авторы оперируют трёхуровневой иерархической моделью компетенций, выделяя в составе образовательной компетенции уровень дисциплинарных компетенций и подуровни элементов дисциплинарной компетенции с разделением на

классы компонентов («знать», «уметь», «владеть»), и уделяют основное внимание вопросам контроля степени овладения студентами уже установленных компетенций, а не источникам их формулировок. В работе [5] обсуждаются методические и технологические аспекты автоматизированной разработки учебных планов, однако содержание набора компетенций и их формулировки для направления подготовки в целом и отдельных дисциплин принимаются заранее заданными в образовательном стандарте и ПООП.

Комплексное решение проблемы определения детального содержания РПД по новым образовательным стандартам возможно в парадигме информационно-образовательного пространства (далее – ИОП) [6, 7] и применения онтологического подхода к его формированию [8]. Авторы работы [8] предлагают составлять общую онтологию ИОП из трёх частных: онтологии предметной области, онтологии компетенций и онтологии образовательной деятельности, приводят соответствующие информационные модели на уровне основных классов элементов этих онтологий, оперируют дидактическими компонентами образовательных компетенций («знать», «уметь», «владеть»), но не раскрывают источники формирования онтологии предметной области. Речь идёт о построении образовательной программы заданного уровня подготовки как набора дидактических компонент, без выделения самостоятельных дисциплин.

Наиболее близкими по предметной области и используемым подходам к теме настоящего исследования являются работы [9, 10]. Авторы [9] решают задачу инжиниринга образовательной программы на примере программы бакалавриата по направлению подготовки «Прикладная инфор-

матика». Они рассматривают проблему соответствия терминологии профессиональных и образовательных стандартов, выделяют профессиональные компетенции направления в целом и отдельных его профилей, выстраивают соответствие трудовых функций профессиональных стандартов и задач профессиональной деятельности, формулируемых в образовательных стандартах, однако дальнейшая детализация рассмотрения трудовых функций до уровня действий, знаний и умений не предлагается. В работе [10] авторы исследуют квалификационные требования к ИТ специалистам, изложенные в соответствующих профессиональных стандартах, и на основе описания знаний и умений, соответствующих должностным обязанностям на каждом квалификационном уровне, предлагают 17 обобщённых профессиональных компетенций, объединённых в две укрупненные группы компетенций «ИТ-менеджмент» и «Проектирование и разработка ПО». Приводятся таблицы соответствия уровней компетенций квалификационным уровням профессий в отрасли информационных технологий для профессии «Программист», функциональная карта этой профессии, принципы распределения и закрепления обобщённых компетенций за отдельными дисциплинами. Однако авторы не ставят задачу декомпозиции предложенных компетенций до уровня элементов, соответствующих отдельным трудовым действиям.

Общей для всех рассмотренных выше работ, кроме [10], чертой является подход к решению проблемы направленности и уровня обучения с позиций образовательного сообщества, в то время, как работодатель и обучаемый часто ищут подтверждения соответствия тематики и уровня обучения требованиям конкретной профессии и роли в

деловых процессах, детально прописанным в стандартах соответствующей предметной области и профессиональных стандартах. Создающаяся в стране система независимой сертификации квалификаций, вероятно, также будет требовать доказательства соответствия подготовки заявителя упомянутым стандартам.

Авторами статьи реализовано расширение компетентного подхода – распределение наборов «Трудовые действия», «Необходимые знания» и «Необходимые умения» из описаний трудовых функций профессиональных стандартов между учебными дисциплинами и практиками, минуя свёртку их в ещё не сформированные в ПООП компетенции, что обеспечит более строгое и прозрачное следование требованиям профессиональных стандартов и минимизацию повторений материала на уровне содержательной тематики дисциплин. При этом первая часть характеристики ТФ в профессиональном стандарте, «Трудовые действия», может интерпретироваться как «навыки», «владение» каким-либо видом действий и полезна для определения тематики и форм практических и лабораторных занятий по дисциплине, а также для составления рабочих программ практик. Разумеется, в рамках подготовки в вузе студенты смогут проявить себя далеко не во всех видах трудовых действий будущей профессии, поэтому распределение наборов «Трудовые действия» не обязано быть всеобъемлющим.

Дальнейшая конкретизация тематики на уровне РПД проводится с учётом требований стандартов предметной области преподаваемой дисциплины, профессиональной области деятельности и предполагаемых видов деятельности выпускника, рекомендаций научных работ, учебных и методических пособий, знаний и практики деятельности

организаций-работодателей, традиций и опыта преподавания близких по тематике дисциплин. При этом сохраняется прослеживаемость требований к содержанию, формам и результатам освоения дисциплины до конкретного профессионального стандарта или иного источника, что позволит определить для заинтересованных лиц (студентов, работодателей, систем аккредитации, сертификации и проч.) объем учёта требований профессионального стандарта в образовательной программе и объективно подтвердить соответствие содержания и уровня подготовки студента характеристикам профессии.

Утверждённая РПД является основой разработки лекционного материала, методических рекомендаций для практических и лабораторных работ, семинаров, курсовых проектов и работ и прочих видов занятий, фондов оценочных средств, для планирования ресурсного обеспечения учебного процесса.

### 1. Алгоритм решения задачи

Использование методических рекомендаций Минобрнауки РФ по разработке ОПОП по направлениям подготовки высшего образования [2], результатов научных работ последних лет в данном направлении [3–10], опыт работ по автоматизации подготовки ОПОП и рабочих учебных планов направлений подготовки выпускающей кафедры по предыдущему поколению образовательных стандартов [11] позволяют предложить общий алгоритм формирования набора элементов компетенций и распределения тематики по учебным дисциплинам и практикам бакалавриата (рис. 1).

Содержание последовательных действий алгоритма.

1. Определяем на основе ФГОС 3++ по направлению подготовки перечень базовых

профессиональных стандартов, проводим анализ рынка труда и запросов работодателей, получаем общий список ОТФ и ТФ для направления подготовки. Применяем фильтр «рамка квалификации» для отсеечения высоких требований ТФ (7-ой уровень и выше) и низких, если у студентов есть базовая подготовка на уровне среднего профессионального образования, получаем список трудовых функций для работника с уровнем квалификации «бакалавр». Применяем фильтр «направленность (профиль)» для отсеечения несвойственных ТФ и поглощения более простых ТФ более комплексными, получаем список трудовых функций, свойственных для выпускника по направленности (профилю).

2. Формируем первичный массив элементов компетенций (на рисунке – ЭК): «Трудовые действия», «Необходимые знания» и «Необходимые умения» из таблиц характеристики функций в профессиональных стандартах по всем трудовым функциям профессиональных стандартов, выполняя синхронизацию с Реестром профессиональных стандартов на сайте Минтруда РФ [12];

3. Выполняем синтаксический и семантический анализ и корректировку формулировок для исключения повторов элементов компетенций. Сопоставляем формулировки и наборы действий, знаний и навыков из профессиональных стандартов с современными стандартами, онтологией предметной области деятельности выпускника и доступными архитектурными моделями предприятий предметной области, реализующих рекомендованные профессиональным стандартом виды экономической деятельности, в части функций и квалификационных характеристик сотрудников, формируем при необходимости дополнительные записи массива элементов компетенций;

4. Формируем справочник «Учебные дисциплины и практики» (на рисунке – УДП) из ОПОП предыдущего поколения, структурированный до уровня тематики и рекомендованной учебной литературы.

5. Сопоставляем формулировки и наборы действий, знаний и навыков с рекомендациями научных работ, учебных и методических пособий по направлению подготовки, знаний и практики деятельности организаций-работодателей, традиций и опыта преподавания близких по тематике дисциплин, расширяем массив элементов компетенций.

6. Применяем фильтр «УК и ОПК» для распределения массива элементов компетенций по видам компетенций и выделения профессиональных компетенций в смысле ФГОС ВО 3++; проводим семантический анализ для отсеечения повторов в формулировках компетенций на уровне универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций (в большей степени полезно для разработки ПООП). Распределяем массив элементов компетенций между учебными дисциплинами и практиками в соответствии с последовательностью изложения материала и ограничениями образовательного стандарта по учебной нагрузке.

7. Проверяем соответствие содержания существующих учебных дисциплин новым наборам требований и принимаем решение о заимствовании старой дисциплины, её переработке, переименовании или изъятии, формировании новых дисциплин и их размещению в календарной сетке.

В результате решения задачи получаем детальный перечень элементов компетенций направления подготовки, индексированный по виду элемента компетенции, источникам требований, дисциплине, видам контактной и самостоятельной работы студентов.

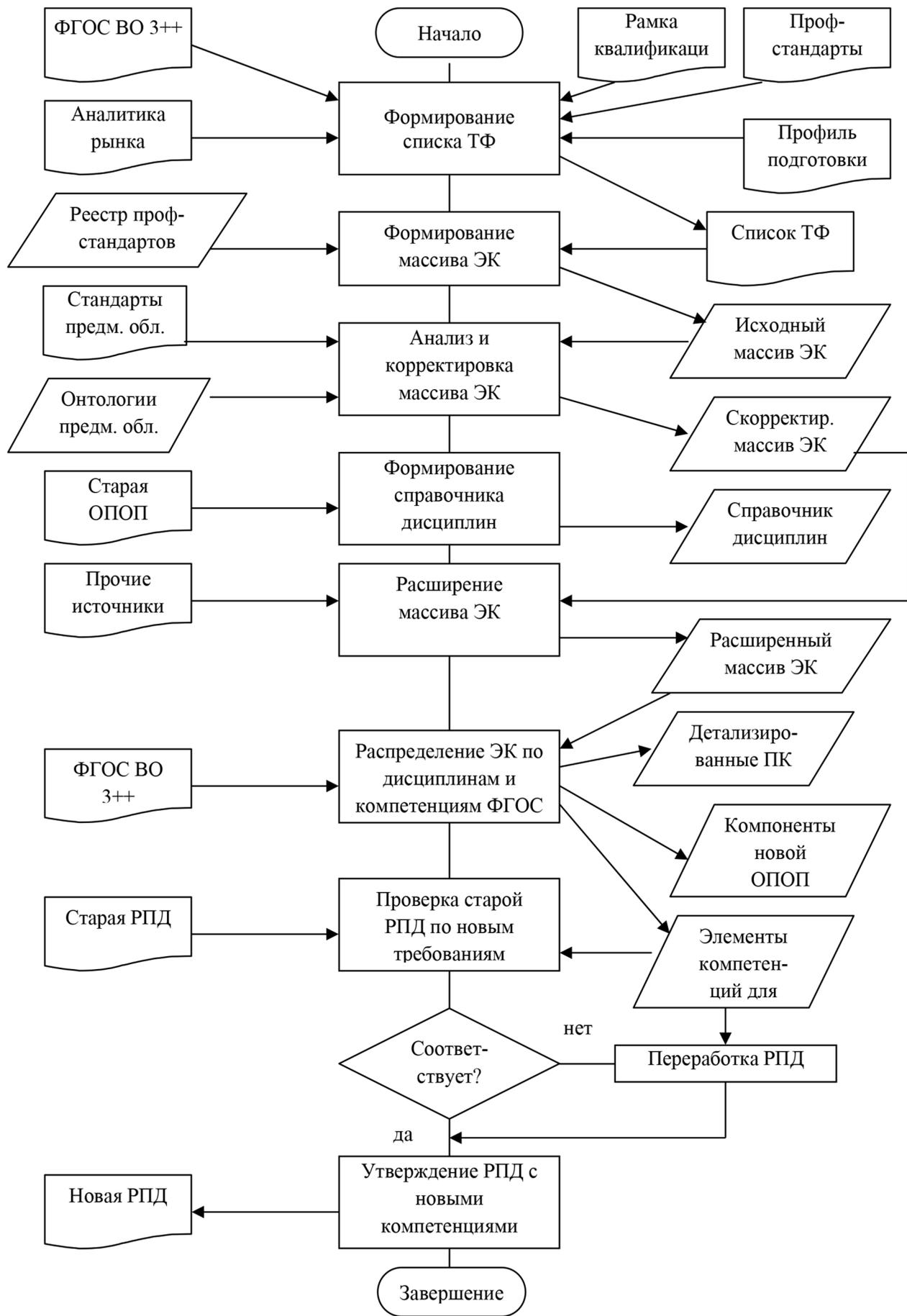


Рис. 1. Общий алгоритм решения задачи

Этот перечень позволяет сформировать следующие компоненты ОПОП:

- список задач профессиональной деятельности,
- матрицу компетентностно-дисциплинарных связей,
- матрицу междисциплинарных связей,
- набор УК, ОПК и ПК с раскрытием до составляющих на уровне требований профессионального стандарта,
- паспорта компетенций и проч.,
- рекомендации разработчиком РПД.

Далее следует собственно разработка и утверждение РПД по уже заданным зачётным единицам трудоёмкости, основным темам и видам занятий, мероприятиям промежуточного контроля, подготовка фондов оценочных средств и прочих методических материалов.

## **2. Разработка массива элементов компетенций для направления прикладного бакалавриата 09.03.04**

Рассмотрим особенности и результаты разработки массива элементов компетенций для направления прикладного бакалавриата 09.03.04 «Программная инженерия» по шагам описанного выше алгоритма.

### **2.1. Формирование исходного списка трудовых функций**

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» [13] рекомендует четыре базовых профессиональных стандарта:

- 06.001 «Программист» [14], вид деятельности – разработка программного обеспечения;
- 06.004 «Специалист по тестированию в области информационных технологий» [15], вид деятельности – разработка

и тестирование программного обеспечения;

- 06.022 «Системный аналитик» [16], вид деятельности – проектно-исследовательская деятельность в области информационных технологий;
- 06.028 «Системный программист» [17], вид деятельности – создание системного программного обеспечения.

Указанные источники позволяют сформировать общий список трудовых функций (16 ОТФ и 108 ТФ).

В результате анализа общего списка на соответствие уровню высшего образования ступени «бакалавр» формируем список трудовых функций для уровня квалификации (10 ОТФ и 74 ТФ). Выборка ТФ из ОТФ проводилась для всех ОТФ, не превосходящих по требованиям подготовки уровень прикладного бакалавриата, поскольку на входе в образовательный процесс большинство абитуриентов не имеют профильного среднего профессионального образования. Для выпускников профильных направлений организаций среднего профессионального образования возможно соответствующее сокращение списка и ускорение образовательного процесса. Из приведённого выше набора профессиональных стандартов в соответствии с направленностью (профилем) обучения «Разработка программно-информационных систем», результатами анализа рынка труда и пожеланиями работодателей, выбраны ОТФ (9 позиций) и ТФ (50 позиций).

### **2.2. Формирование исходного массива элементов компетенций**

Из выбранных на предыдущем шаге описаний трудовых функций формируем исходный массив, включая в него виды трудовых действий, необходимые для их выполнения знания и умения, всего свыше 400 позиций.

Анализ текстов професси-

ональных стандартов показывает, что описания трудовых действий, необходимых знаний и умений в них выполнены с совершенно различной степенью строгости и детальности формулировок, во многом не соответствуют международным стандартам системной и программной инженерии. При этом заимствованная из профессионального стандарта 06.022 «Системный аналитик» [16] ОТФ А: «Разработка и сопровождение требований к отдельным функциям системы» (в составе 14 ТФ), соответствующая 4-му уровню квалификации, поглощена ОТФ В: «Разработка и сопровождение требований и технических заданий на разработку и модернизацию систем и подсистем малого и среднего масштаба и сложности» (15 ТФ), соответствующей 5-му уровню квалификации. ОТФ С: «Концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности», отнесённая в этом профессиональном стандарте к 6-му уровню сложности, содержит существенно иные трудовые функции и трудовые действия, не предполагающие некоторых важных на практике знаний и навыков, и полное поглощение ими функций 5-го уровня не представляется целесообразным.

Аналогично, из профессионального стандарта 06.001 «Программист» [14] заимствуется не только ОТФ D: «Разработка требований и проектирование ПО», свойственная 6-му уровню квалификации, но и более «простые» ОТФ:

- А: «Разработка и отладка программного кода», 3 т.ф.;
- В: «Проверка работоспособности и рефакторинг кода программного обеспечения», 5 т.ф.,

поскольку школьная программа курса информатики не гарантирует необходимых для профессионального ис-

Сравнение формулировок элементов компетенций в трудовых функциях разных уровней

Наименование ОТФ	А: «Разработка и сопровождение требований к отдельным функциям системы»	В: «Разработка и сопровождение требований и технических заданий на разработку и модернизацию систем и подсистем малого и среднего масштаба и сложности»
Наименование ТФ	1. Выявление требований к функциям системы А/07.4	1. Выявление требований к системе и подсистеме В/02.5
Трудовые действия	2. Изучение нормативной документации по предметной области функции системы 3. Изучение устройства бизнес-процессов организации ... 15. Участие в рабочих семинарах по сценарному моделированию системы вместе с представителями заинтересованных лиц под руководством модератора	2. Изучение нормативной документации по предметной области подсистемы 3. Изучение устройства бизнес-процессов организации ... 15. Проведение рабочих семинаров по сценарному моделированию системы вместе с представителями заинтересованных лиц
Необходимые знания	1. Методы проведения эффективных интервью 2. Принципы создания пользовательских интерфейсов	1. Методы проведения эффективных интервью 2. Принципы создания пользовательских интерфейсов
Необходимые умения	1. Проводить интервью 2. Изучать новые предметные области 3. Макетировать пользовательские интерфейсы	1. Проводить интервью 2. Изучать предметные области объекта автоматизации 3. Макетировать пользовательские интерфейсы

полнения этих трудовых функций объема знаний, умений и навыков. Иллюстрация поглощения требований ОТФ А требованиями ОТФ В для профессионального стандарта 06.022 «Системный аналитик» приведена в табл. 1.

Аналогичная трудовая функция на 6-ом уровне квалификации системного аналитика «Разработка бизнес-требований к системе» С/03.6 не предполагает, например, знания принципов создания пользовательских интерфейсов и умения макетировать пользовательские интерфейсы, однако эти знания и умения важны для программного инженера и должны быть отражены в описании его профессиональных компетенций.

Формирование списка составных частей компетенций («Трудовые действия», «Необходимые знания» и «Необходимые умения») из таблиц характеристик функций по всем трудовым функциям профессиональных стандартов выполнено с синхронизацией информации с Реестром профессиональных стандартов Минтруда РФ [12], при этом отмечены досадные технические ошибки, как в текстах,

так и в XML конструкциях стандартов (в Реестре перепутаны заголовки и содержание строк «Требования к образованию и обучению» и «Требования к опыту практической работы»).

### 2.3. Структурирование массива элементов компетенций с индексацией связей с характеристиками трудовых функций

Структура записи первичных данных в массиве имеет вид:

1 – индекс профессионального стандарта – источника ТФ (06.001; 06.004; 06.022; 06.028);

2 – кодировка отдельных ТФ, входящих в ОТФ: С/01.5 (принадлежность ОТФ, порядковый номер функции в наборе, уровень квалификации);

3 – кодировка элементов компетенции: трудовых действий (Д), знаний (З) и умений (У) с порядковым номером в пределах характеристики ТФ;

4 – формулировка элемента компетенции – текстовое поле.

Пример записи для второго по перечню вида трудовых действий из описания трудовой функции системного аналитика «Разработка бизнес-требований к системе» С/03.6 приведён в табл.2.

Приведённая выше структура записи в массиве элементов компетенций обеспечивает однозначность связки элемента компетенции с нормативным источником – профессиональным стандартом (06.022) и его структурным элементом (С/03.6 Д2). Технологическая реализация массива элементов компетенций может быть различной – от электронных таблиц или настольных СУБД (MS Office, Open Office) для частного решения проблемы до среды разработки онтологий Protégé, как это делается при формировании базы знаний информационно-образовательного пространства [8].

Таблица 2

Структура записи первичных данных в массиве элементов компетенций

1	2	3	4
06.022	С/03.6	Д2	Изучение устройства и проведение моделирования бизнес-процессов организации

Поскольку источники требований к компетенциям периодически перерабатываются, полезно использовать программные средства управления требованиями, предназначенные для решения задач управления проектами и продуктами. В работе использован распространяемый по открытой лицензии отечественный программный продукт *am.Requirements v.09* [18]. Продукт позволяет установить и отслеживать два вида связи между источниками требований и элементами компетенций: родитель-потомок (иерархия профессиональный стандарт – ОТФ – ТФ – элемент компетенции в виде дерева) и ссылки между различными элементами компетенций. Это позволяет отслеживать взаимное влияние требований различных источников и учитывать это влияние при внесении изменений.

#### 2.4. Синтаксический и семантический анализ формулировок элементов компетенций

Далее выполняется синтаксический и семантический анализ текстовых полей записей массива элементов компетенций для исключения повторов в формулировках отдельно по трудовым действиям, знаниям и умениям. При выявлении тавтологии выбирается более корректный с точки зрения онтологии предметной области вариант формулировки, и отмечаются связки с источниками заменённых формулировок.

Пример объединения записей массива, имеющих одинаковый смысл, но, возможно разную степень общности формулировок, приведён в табл. 3.

Вместо текстового формата в поле описания элемента компетенции может использоваться XML конструкция из компонентов понятий словаря онтологии предметной области программной инженерии, что даст возможность поиска более глубоких связей между трудовыми функциями, действиями и необходимыми знаниями и умениями.

#### 2.5. Сопоставление формулировок с современными стандартами предметной области

Сопоставление формулировок и наборов трудовых действий, знаний и умений, заимствованных из профессиональных стандартов, с современными стандартами системной и программной инженерии необходимо в силу того, что со времени подготовки и утверждения ряда профессиональных стандартов (2013–2014 годы) выпущено много обновлённых редакций и новых отраслевых стандартов, например ГОСТ Р 57101–2016/ISO/IEC/IEEE 16326:2009 «Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла. Управление проектом»; ГОСТ Р 57100-2016 «Системная и программная инженерия. Описание архитектуры», ГОСТ Р ИСО/МЭК 15414-2017 «Информационные технологии. Открытая распре-

деленная обработка. Эталонная модель. Язык описания предприятия» и др.

Полезным источником описаний профессиональных трудовых функций и действий является ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 «Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств» [19], ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764-2002 «Сопровождение программных средств» [20] и уже упоминавшийся ГОСТ Р 57101–2016. Использование современных наработок в этой области позволяет внести корректировки в формулировки элементов компетенций профессиональных стандартов и сформировать при необходимости дополнительные записи в массиве элементов компетенций.

К сожалению, структуры описания процессов жизненного цикла программных средств в перечисленных выше стандартах различны. Так, [19] оперирует понятиями «вид деятельности» и «задача» (требование, рекомендация или разрешенное действие, предназначенное для содействия достижению одного или более выходов процесса). Например, для процесса определения требований правообладателей (6.4.1) среди прочих определён вид деятельности 6.4.1.3.1 «Идентификация правообладателей». Данный вид деятельности состоит из решения следующей задачи: «При реализации проекта необходимо идентифицировать отдельных правообладателей или классы правообладателей, имеющих законный интерес к системе в течение ее жизненного цикла». Далее следует примечание с перечислением возможных классов правообладателей.

В профессиональном стандарте системного аналитика [16] мы на предыдущем шаге выделили два одинаковых по названию трудовых действия, характерных для трудовых функций 5-ого и 6-ого уров-

Таблица 3

Пример объединения элементов компетенций

1	2	3	4
Оригинальные записи			
06.022	С/13.6	Д1	Изучение запросов на изменение требований к системе
06.022	В/09.5	Д1	Изучение запросов на изменение к системе и подсистеме
06.022	А/12.4	Д1	Изучение запросов на изменение к функциям системы
Результирующая запись			
06.022	С/13.6	Д1	Изучение запросов на изменение требований к системе
	В/09.5	Д1	
	А/12.4	Д1	

ней квалификации: «Выявление потребителей требований к системе и их интересов». Термины «правообладатель» и «потребитель требований» далеко не идентичны, поскольку множества тех и других не тождественны, хотя частично пересекаются между собой. Часть правообладателей (например, органы государственной власти) не входят в круг потребителей требований, а, в свою очередь, субподрядчики в программном проекте используют часть требований, но могут и не быть их источниками. Методологически корректнее использовать в описании трудового действия формулировку стандарта [19], добавляя к описанию действия ссылку на источник (идентификатор источника 5 и порядковый номер пункта с описанием вида деятельности б), как это показано в табл. 4.

Разумеется, разработчики ОПОП и РПД не в праве менять тексты профессиональных стандартов, но для целей подготовки программных инженеров в ОПОП и РПД логичнее использовать более корректные формулировки из онтологии предметной области.

Гораздо более существенный пробел в перечнях трудовых функций в профессиональных стандартах, определённых для направления 09.03.04, замечен, когда мы обращаем внимание на основную и завершающую части жизненного цикла программного продукта. В [19] есть несколько процессов, виды деятельности в которых слабо отражены в профессиональных стандартах программиста, тестировщика, системного аналитика и системного программиста, но готовить к которым программно-инженера необходимо. Это, например:

- процесс функционирования программных средств;
- процесс сопровождения программных средств;
- процесс изъятия из обращения программных средств;

Пример корректировки названия элемента компетенций

1	2	3	4	5	6
06.022	C/01.6 B/01.5	Д1	Идентификация правообладателей и их интересов	12207-2010	6.4.1.3.1

– процесс менеджмента конфигурации программных средств;

– процесс аудита программных средств;

– процесс решения проблем в программных средствах и ряд других.

Рассмотрим в качестве примера процесс сопровождения программных средств (6.4.10). Детально он описан в [20] и предполагает такие трудовые действия, как оценка характеристик программного средства, проведение его верификации и валидации, передача и приёмка программных средств, инвентаризация программных продуктов и управление конфигурацией, анализ проблем и изменений, перенос программных средств из одной среды в другую, архивирование и проч. Эти виды трудовых действий могут быть добавлены в массив элементов компетенций в виде отдельных записей, как это показано в табл. 5.

Важным источником пополнения массива элементов компетенций может служить Свод знаний в области программной инженерии SWEBOOK v.3 (ISO/IEC TR 19759-2015 Software Engineering – Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOOK) – Second Edition) [21]. Если вуз стремится обеспечить конкурентоспособность своих выпускников на международном рынке труда, что особенно актуально для программной инженерии, необходимо возможно более

полно учитывать требования международных стандартов предметной области, в т.ч. и содержащих требования к профессиональным знаниям.

Наряду с отражёнными в отечественных профессиональных стандартах областями знаний, рассматриваемый документ содержит описание таких необходимых программному инженеру знаний, как, например, в разделе «software design» – проектирование ПО, подраздел «user interface design» – проектирование интерфейса пользователя. Это важная составляющая знаний и умений программиста, и в то же время один из вариантов специализации члена команды программного проекта. Среди массива элементов компетенций, построенного на основе всех четырёх рекомендованных профессиональных стандартов, мы найдём лишь одно упоминание этой компетенции в уже рассматривавшейся нами трудовой функции системного аналитика на 4-ом и 5-ом уровнях квалификации. («Выявление требований к системе и подсистеме», B/02.5): «Знать принципы создания пользовательских интерфейсов. Уметь макетировать пользовательские интерфейсы».

Дополним эти элементы компетенций основными пунктами подраздела 2.4 [21]:

- задачи проектирования пользовательских интерфейсов (2.4.2),
- стили интерфейсных решений (2.4.3),

Таблица 5

Пример добавления элемента компетенций

1	2	3	4	5	6
–	–	Д5	Анализ проблем и изменений в программном продукте	14764-2002	8.2

– способы представления информации пользователю (2.4.4)

– процессы разработки интерфейсных решений (2.4.5)

– локализация и интернационализация интерфейса (2.4.6)

– метафоры и концептуальные модели интерфейса (2.4.7)

Основная часть позиций приведённого перечня относится к знаниям и может быть объединена в два элемента компетенции, а процессы разработки и задачи локализации находятся ближе к умениям. Результат учёта требований и формулировок компетенций [21] иллюстрирует табл. 6.

В перечне компетенций программного инженера должны найти более полное отражение и такие разделы [21], как:

– software maintenance – сопровождение ПО;

– software configuration management – управление конфигурацией;

– software engineering professional practice – описание критериев профессионализма и компетентности;

– software engineering economics – экономические аспекты разработки ПО;

– computing foundations – основы вычислительных технологий, применимых в жизненном цикле программного продукта;

– mathematical foundations – базовые математические концепции и понятия, применимые в жизненном цикле программного продукта;

– engineering foundations – основы инженерной деятельности.

Отдельного внимания заслуживает проблема создания онтологии предметной области программной инженерии, а также типовых архитектурных моделей предприятий программной инженерии в части квалификационных характеристик и трудовых функций сотрудников. В работах [6–9] изложен весьма интересный и рациональный подход к созданию онтологических моделей информационно-образовательного пространства, но, к сожалению, удобной для использования и достаточно детальной онтологии отрасли программной инженерии пока не создано.

Методологические основы и технологии построения архитектурных моделей предприятия и использования их в процессах инжиниринга предприятий исследованы наукой достаточно глубоко и всесторонне, в том числе и в отношении требований к качеству человеческих ресурсов. Например, в работах [22–24] предложена нормализованная метамодель компетенций, адаптированная к сфере ИТ, и методический комплекс оценки потребностей рабочих процессов в исполнителях определенной квалификации и компетентности.

Методические подходы к определению квалификационных характеристик ИТ специалистов на основе архитектурных моделей информационных

систем сформулированы и в работе [25], где предлагается формирование модельного представления точки зрения на систему, характерной для той или иной роли специалиста. Представление состоит из шести известных полей матрицы Джона Захмана:

– перечень экземпляров классов субъектов системы и окружающей её среды;

– перечень экземпляров классов объектов деятельности специалиста;

– описания «видимых» специалистом взаимосвязей элементов системы, находящихся в сфере его ответственности;

– описание процессов, в которых участвует специалист;

– взаимосвязь процессов и событий во времени;

– цели системы, подразделения и собственные цели специалиста.

Автор приводит примерные наборы атрибутов для характеристики содержания каждого поля, причём архитектурная модель информационной системы, стандарты предметной области деятельности и другие рассмотренные в публикации источники позволяют достаточно чётко и детально определить и зафиксировать требуемые объемы знаний, умений и навыков специалиста в терминах предметной области, а также необходимый уровень способности применять их сообразно целям деятельности. Архитектурная модель даёт возможность отражать изменения требований к специалисту сообразно принятой стратегии развития системы и получить развёрнутый набор требований к компетенциям роли не только на текущий момент, но и в прогнозируемом будущем, планировать траекторию его профессионального обучения и роста. Аналогичный подход применим и для предприятий программной инженерии. К сожалению, мы не имеем пока широко доступных типовых

Таблица 6

**Пример расширения элементов компетенций на основе рекомендаций SWEBOK v.3**

1	2	3	4	5	6
06.022	V/02.5 A/07.4	Зн2	Принципы создания и задачи проектирования пользовательских интерфейсов	SWEBOK v.3	2.4.1; 2.4.2
–	–	Зн4	Стили, метафоры и концептуальные модели интерфейсных решений, способы представления информации пользователю	SWEBOK v.3	2.4.3; 2.4.4; 2.4.7
06.022	V/02.5 A/07.4	У3	Разрабатывать, макетировать, локализовать и интернационализировать пользовательские интерфейсы	SWEBOK v.3	2.4.5; 2.4.6

архитектурных моделей предприятий ИТ отрасли достаточной степени детализации.

### **2.6. Формирование справочника «Учебные дисциплины и практики»**

Формирование справочника «Учебные дисциплины и практики» из ОПОП, рабочего учебного плана и РПД предыдущего поколения, иерархически структурированного до уровня тематики и рекомендованной учебной литературы, не представляет существенной сложности, если соответствующие тексты должным образом структурированы. Первый шаг формирования справочника – выборка перечня дисциплин с характеристиками трудоёмкости по видам нагрузки, признаками очередности преподавания и взаимосвязи, набором компетенций удобнее всего производить из электронных таблиц учебного плана. А конкретизация тематики и формирование перечня литературных источников выполняются по текстам РПД. Эти источники более актуальны, чем ОПОП, поскольку и учебные планы, и РПД регулярно корректируются в ходе учебного процесса. При этом наряду с обязательными должны быть учтены все вариативные и факультативные дисциплины, а также установленные Минобрнауки РФ ограничения по времени выхода в свет научных публикаций и учебных пособий, включаемых в списки литературных источников.

### **2.7. Расширение массива элементов компетенций**

Литературные источники из рабочих программ дисциплин позволяют более широко и разносторонне оценить содержание и полноту данных полученного массива элементов компетенций. Сопоставление формулировок и наборов знаний и навыков с рекомендациями научных работ, учебных и методических

пособий по направлению подготовки, знаний и практики деятельности организаций-работодателей, традиций и опыта преподавания близких по тематике дисциплин позволяет расширить массив элементов компетенций необходимыми элементами базовой подготовки, не отражёнными в профессиональных стандартах и стандартах программной инженерии, а также конкретизировать элементы компетенций в части знания и владения технологиями и инструментами разработки и управления программными продуктами, применяемыми в организациях – потенциальных работодателях для выпускников.

### **2.8. Распределение элементов компетенций по видам компетенций образовательного стандарта, учебным дисциплинам и практикам**

Распределение массива элементов компетенций по видам компетенций и выделение УК, ОПК и ПК в смысле ФГОС ВО 3++ в исследовании проводилось в черновом варианте ввиду того, что эта часть работы не может считаться завершённой до выхода ПООП по направлению подготовки. Иллюстрация результатов этого распределения приведена далее при описании набора элементов компетенций РПД «Разработка и анализ требований».

Отдельные записи массива элементов компетенций необходимо связать с набором учебных дисциплин обязательной и вариативной части образовательной программы (77 позиций) и практик (4 позиции) с заданной ФГОС ВО 3++ общей трудоёмкостью освоения, пропорциями контактной и самостоятельной работы и прочими ограничениями, что достаточно сложно и трудоёмко выполнять вручную или в табличном процессоре. Применение XML конструкций при описании ТФ и ОТФ, как это делается в Реестре

профессиональных стандартов [12], даёт возможность автоматизировать лишь формальные аспекты поиска и группировки элементов компетенций, а для соотнесения их с требованиями стандартов системной и программной инженерии, онтологиями предметных областей дисциплин требуется более глубокая унификация структур знаний. В этом смысле перспективным представляется подход, предполагающий использование онтологических моделей информационно-образовательного пространства, как это описано в [8, 9].

При распределении массива элементов компетенций между учебными дисциплинами и практиками использовалась в качестве примера ОПОП предыдущей версии образовательного стандарта и сформированный на шаге 7 справочник «Учебные дисциплины и практики» с поправками, учитывающими новые и модернизируемые дисциплины, изменения их трудоёмкости и последовательности изучения, рекомендации ФГОС по видам и объёму учебной нагрузки, опыт преподавания аналогичных дисциплин и образовательные ресурсы вуза.

Далее выполняется проверка соответствия содержания рабочих программ существующих учебных дисциплин новым наборам требований и принимается решение о заимствовании старой дисциплины, её переработке, переименовании или изъятии, формировании новых дисциплин и их размещению в календарной сетке учебного плана, как это показано на рис. 1.

### **3. Реализация предложенного подхода при формировании рабочей программы дисциплины**

В качестве примера рассмотрим формирование перечня компонент массива элементов компетенций для учебной дисциплины «Разработка и ана-

лиз требований», изучаемой в 5-ом семестре. В предыдущей версии образовательного стандарта по направлению подготовки 09.03.04 можно выделить профессиональные компетенции, формирование которых в значительной мере происходит в процессе изучения этой дисциплины:

ПК-7, владение методами управления процессами разработки требований, оценки рисков, приобретения, проектирования, конструирования, тестирования, эволюции и сопровождения;

ПК-12, способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования;

ПК-16, способность формализовать предметную область программного проекта и разработать спецификации для компонентов программного продукта.

К формированию других рекомендованных этим стандартом профессиональных компетенций дисциплина имеет отношение лишь частично.

### 3.1 Определение набора элементов компетенций дисциплины на основе стандартов предметной области

Стандарт [19] определяет среди процессов жизненного цикла программных средств четыре, в ходе которых формируются, устанавливаются и проверяются требования к программному продукту:

- процесс определения требований правообладателей (6.4.1);
- процесс анализа системных требований (6.4.2);
- процесс анализа требований к программным средствам (7.1.2);
- процесс верификации программных средств (7.2.4), задача «Верификация требований» (7.2.4.3.2.1).

Выборка из описаний указанных выше процессов видов

**Фрагмент набора элементов компетенций дисциплины на основе описаний процессов жизненного цикла программных средств**

Вид эл-та	Формулировка элемента компетенции	Источник	Пункт
Д	Идентификация правообладателей	12207	6.4.1.3.1
Зн	Знание основных классов правообладателей	12207	6.4.1.3.1
Д	Выявление требований правообладателей проекта	12207	6.4.1.3.2.1
	...		
Д	Оценка, анализ, идентификация и назначение приоритетов для противоречивых, пропущенных, неполных, неоднозначных, несовместимых, несоответствующих или не проверяемых требований.	12207	6.4.1.3.3
Д	Анализ требований к программным средствам	12207	7.1.2.3.1
	...		
Д	Верификация требований	12207	7.2.4.3.2.1
Зн	Знание критериев верификации требований	12207	7.2.4.3.2.1

деятельности и задач позволяет сформировать набор элементов компетенций (22 записи), частично представленный в табл. 7.

SWEBOOK v.3 [21] содержит обширную область знаний «Требования к программному продукту» (Software Requirements) с детальными описаниями фундаментальных основ знаний, процессов работы с требованиями, методов выявления требований, их анализа, документирования, валидации и практических рекомендаций. Ограниченный объем настоящей публикации не позволяет привести развернутую характеристику структуры этой области знаний (30 записей), но в рабочей программе дисциплины они учтены должным образом.

### 3.2 Определение набора элементов компетенций дисциплины на основе профессиональных стандартов

Рассмотренные выше источники используются для формирования тематики и понятийного аппарата дисциплины, в то же время, в отсутствие новой ПООП и рекомендованных профессиональных компетенций, их необходимо соотнести с трудовыми функциями (19 исходных ТФ, объединённых в 11 позиций) и их элементами из рекомендован-

ных ФГОС ВО 3++ профессиональных стандартов:

- постановка целей создания системы и задачи на разработку требований (06.022 С/04.6; С/11.6);
- планирование разработки или восстановления требований к системе (06.022 С/01.6);
- разработка шаблонов документов требований (06.022 С/10.6);
- анализ проблемной ситуации заинтересованных лиц (06.022 С/02.6);
- выявление требований к системе (06.004 С/02.6; 06.022 В/02.5; С/03.6);
- анализ требований к системе и программному обеспечению (06.001 D/01.6; 06.004 С/01.6; 06.022 В/04.5; В/14.5);
- формализация и документирование требований к системе (06.022 В/03.5);
- организация и выполнение согласования требований к системе (06.022 С/09.6; В/06.5);
- разработка технического задания на систему (06.022 С/06.6);
- утверждение с аналитиком (и/или руководителем проекта) требований заказчика (06.004 D/02.6);
- обработка запросов на изменение требований к системе и поддержка заинтересованных лиц (06.022 С/13.6; В/15.5).

### 3.3 Связь элементов компетенций с дидактическими единицами дисциплины

По итогам распределения массива элементов компетенций между дисциплинами в записях массива сформированы дополнительные индексы, при этом структура записи элемента компетенции в массиве принимает окончательный вид:

1 – номер профессионального стандарта;

2 – индекс трудовой функции;

3 – номер элемента компетенции по описанию ТФ;

4 – вид элемента образовательной компетенции (Знание, Умение, Навык);

5 – формулировка названия элемента компетенции;

6 – прочие источники информации по элементам компетенции (стандарты предметной области, научные публикации и проч.);

7 – локализация источника информации до пункта оглавления источника;

8 – индекс принадлежности дисциплинам ОПОП;

9 – индекс вида учебной нагрузки (лекция (Лк), лабораторная (Лб), практика (Пр), курсовая работа (Кр) и т.п.);

10 – индексы компетенций образовательного стандарта и ОПОП.

При разработке РПД в выбранных для дисциплины записях массива элементов компетенций определяем значения соответствующих индексов.

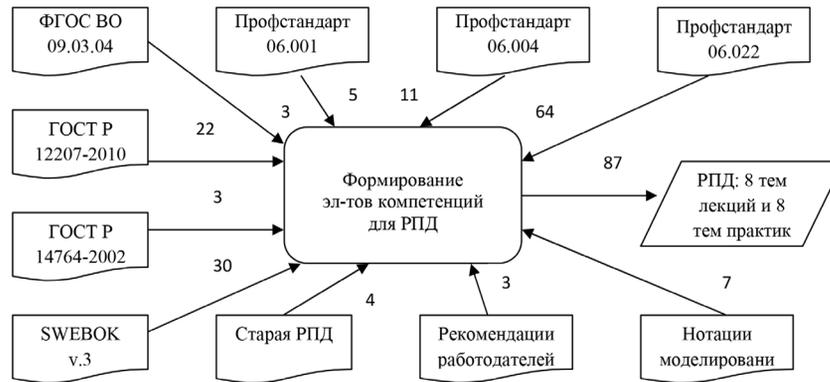


Рис. 2. Источники элементов компетенций для дисциплины «Разработка и анализ требований»

В РПД использованы формулировки универсальных и общепрофессиональных компетенций образовательного стандарта [13]:

– УК-2, способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

– ОПК-4, способен участвовать в разработке стандартов, норм и правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью;

– ОПК-8, способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять её в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

Приняты рабочие формулировки следующих профессиональных компетенций:

– ПК-1, способен изучать и моделировать предметные области применения программного продукта;

– ПК-2, способен выявлять, анализировать, согласовывать и документировать требования к программному продукту и управлять ими.

В итоге параллельно с разработкой РПД можно сформировать матрицы компетентностно-дисциплинарных и междисциплинарных связей для ОПОП. Завершение распределения дисциплин и практик по периодам обучения позволяет также сформировать паспорта и построить траектории формирования компетенций для ОПОП.

Результат выборки из массива элементов компетенций для дисциплины «Разработка и анализ требований» частично приведён в табл. 8.

На рис. 2 показаны источники элементов компетенций для РПД «Разработка и анализ

Таблица 8

Фрагмент выборки из массива элементов компетенций для дисциплины «Разработка и анализ требований»

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
06.022	С/03.6	Д2	Н	Навыки изучения устройства организации и моделирования бизнес-процессов с использованием структурных текстовых, табличных и графических нотаций	SWEBOK v.3	1.3.2	РАТ	Л6.1, 2	ОПК-8; ПК-1
06.022	В/04.5	Д5 Д6	1.4.2 1.4.3						
06.022	С/03.6	У3	У	Моделировать архитектуру организационных систем и бизнес-процессы	SWEBOK v.3	1.3.2 1.4.2 1.4.3	РАТ	Л6.1,2	ОПК-8; ПК-1
06.022	С/03.6	Зн2	Зн	Знать: теорию управления бизнес-процессами, основные нотации моделирования предметной области	SWEBOK v.3	1.3.2 1.4.2 1.4.3	РАТ	Лк.1,2	ОПК-8; ПК-1
06.022	С/03.6	У2	У	Умение изучать предметные области применения программного продукта	SWEBOK v.3	1.3.2	РАТ	Л6.1	ПК-2

требований», количество заимствованных элементов из этих источников, а также результирующее количество элементов компетенций (87), учтённых в РПД, в том числе 14 элементов знаний, 23 элемента умений и 50 элементов профессиональных навыков, которыми должен овладеть студент при изучении лекционного материала и выполнении практических заданий.

Столь внушительное количество элементов компетенций даёт основания для пересмотра выделенного дисциплине в ОПОП и рабочем плане объёма контактной нагрузки и самостоятельной работы студентов в сторону увеличения, а также планирования выполнения в рамках дисциплины курсовой работы для формирования и закрепления необходимых профессиональных навыков.

### Заключение

Представленная в данной статье методика позволяет вести подготовку комплекта необходимых для организации учебного процесса в вузе документов, не дожидаясь утверждения и опубликования учебно-методическими объединениями ПООП по направлениям подготовки, и значительно облегчить процесс внесения изменений в документацию при вероятном изменении номенклатуры и формулировок соответствующих направлению подготовки профессиональных компетенций, обеспечить более тесную связь и доказательную базу соответствия преподаваемых дисциплин требованиям профессиональных стандартов,

стандартов и научно-методических разработок предметной области деятельности выпускника, пожеланиям работодателей.

Для обеспечения более полного соответствия уровня подготовки студентов по направлению 09.03.04 требованиям стандартов предметной области и конкретизации тематики на уровне рабочих программ дисциплин использованы современные редакции стандартов системной и программной инженерии, которые гораздо более детально, чем отечественные профессиональные стандарты, определяют виды трудовых действий, а также необходимые специалисту знания, умения и навыки. Это создаёт гарантии конкурентоспособности выпускников на международном рынке труда, что особенно актуально для отрасли программной инженерии.

Предложенный авторами способ использования элементов компетенций и формирования на их основе содержания учебных дисциплин и практик позволяет более полно учесть требования профессиональных стандартов и других полезных источников, при этом сохраняется прослеживаемость требований к результатам освоения дисциплины до конкретного источника требований. Применение современных программных средств управления требованиями позволяет своевременно актуализировать элементы компетенций с учётом взаимосвязей между ними.

В ходе исследования выявлена разная степень общности и детальности описания трудовых функций и их компонент в профессиональных стандартах, рекомендованных

образовательным стандартом для направления подготовки 09.03.04, что особенно заметно в сопоставлении профессиональных стандартов программиста [14] и системного аналитика [16], нарушения в них единства подхода к квалификационным уровням и уровням образования, досадные технические ошибки в таблицах, что не способствует их успешному применению не только в вузе, но и у работодателей, и в системе независимой сертификации квалификаций, которая постепенно складывается в России.

Исследование показало актуальность создания развитой онтологии предметной области программной инженерии, а также типовых архитектурных моделей предприятий отрасли, особенно в части квалификационных характеристик и трудовых функций сотрудников. Общие теоретические и системные подходы в этом направлении отечественной наукой разработаны, но, к сожалению, удобной для использования и достаточно детальной онтологии программной инженерии пока не создано, равно как и широко доступных типовых архитектурных моделей предприятий.

Вместе с тем, компетентностный подход к формированию основных профессиональных образовательных программ, учебных планов и рабочих программ дисциплин позволяет обеспечить полноту и непротиворечивость требований к подготовке студентов, рациональное распределение тематики учебного материала между дисциплинами и взаимную их согласованность в образовательном процессе.

## Литература

1. Программный продукт GosInsp Лаборатории ММИС URL: <http://www.mmis.ru/programs/GosInsp>
2. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/metod/DL1\\_05\\_2015.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/metod/DL1_05_2015.pdf)
3. Азарова Р.Н., Золотарева Н.М. Разработка паспорта компетенции: Методические рекомендации для организаторов проектных работ и профессорско-преподавательских коллективов вузов. Первая редакция. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы, 2010. 52 с.
4. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. К вопросу о контроле элементов дисциплинарных компетенций в рамках основной образовательной программы (на примере технических направлений подготовки) // Открытое образование. 2013. № 3. С. 12–19.
5. Волкова В.Н., Ефремов А.А., Логинова А.В., Кабинетская Д.А., Тамбаум М.А. Модели и автоматизированные технологии для разработки учебных планов // Открытое образование. 2016. № 6. С. 51–58.
6. Зиндер Е.З. Основания генезиса фундаментальных свойств и базовых требований к информационно-образовательным пространствам // Открытое образование. 2015. № 2. С. 46–55.
7. Зиндер Е.З. Базовые требования к информационно-образовательным пространствам, основанные на их фундаментальных свойствах // Открытое образование. 2015. № 3. С. 83–94.
8. Тельнов Ю.Ф., Данилов А.В., Казаков В.А. Программная реализация информационно-образовательного пространства на основе многоагентной технологии и онтологического подхода // Открытое образование. 2015. № 6. С. 73–82.
9. Гаспарян М.С., Лебедев С.А., Тельнов Ю.Ф. Инжиниринг образовательных программ на основе применения интеллектуальных технологий // Открытое образование. 2017. № 1. С. 14–19.
10. Прилепина А.В., Морковина Э.Ф., Шухман А.Е. Методика разработки образовательных программ подготовки специалистов для отрасли информационных технологий // Вестник Оренбургского государственного университета. 2016. № 1. С. 41–46.
11. Галиев Р.М. Автоматизированная система для работы с документами кафедры // Научные итоги 2017 года: достижения, проекты, гипотезы: Сборник материалов VII Ежегодной итоговой международной научно-практической конференции (г. Новосибирск, 29 декабря 2017 г.). Новосибирск, 2017. С. 52–57.

## References

1. Programmnyy produkt GosInsp Laboratorii MMIS URL: <http://www.mmis.ru/programs/GosInsp> (In Russ.)
2. Metodicheskiye rekomendatsii po razrabotke osnovnykh professional'nykh obrazovatel'nykh programm i dopolnitel'nykh professional'nykh programm s uchetom sootvetstvuyushchikh professional'nykh standartov URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/metod/DL1\\_05\\_2015.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/metod/DL1_05_2015.pdf) (In Russ.)
3. Azarova R.N., Zolotareva N.M. Razrabotka pasporta kompetentsii: Metodicheskiye rekomendatsii dlya organizatorov proyektnykh rabot i professorsko-prepodavatel'skikh kollektivov vuzov. Pervaya redaktsiya. M.: Issledovatel'skiy tsentr problem kachestva podgotovki spetsialistov. Koordinatsionnyy sovet uchebno-metodicheskikh ob'yedineniy i nauchno-metodicheskikh sovetov vysshey shkoly, 2010. 52 p. (In Russ.)
4. Kon E.L., Freyman V.I., YUzhakov A.A. K voprosu o kontrole elementov distsiplinarynykh kompetentsiy v ramkakh osnovnoy obrazovatel'noy programmy (na primere tekhnicheskikh napravleniy podgotovki). Otkrytoye obrazovaniye. 2013. No. 3. P. 12–19. (In Russ.)
5. Volkova V.N., Efremov A.A., Loginova A.V., Kabinetskaya D.A., Tambaum M.A. Modeli i avtomatizirovannyye tekhnologii dlya razrabotki uchebnykh planov. Otkrytoye obrazovaniye. 2016. No. 6. P. 51–58. (In Russ.)
6. Zinder E.Z. Osnovaniya genezisa fundamental'nykh svoystv i bazovykh trebovaniy k informatsionno-obrazovatel'nykh prostranstvam. Otkrytoye obrazovaniye. 2015. No. 2. P. 46–55. (In Russ.)
7. Zinder E.Z. Bazovyye trebovaniya k informatsionno-obrazovatel'nykh prostranstvam, osnovannyye na ikh fundamental'nykh svoystvakh. Otkrytoye obrazovaniye. 2015. No. 3. P. 83–94. (In Russ.)
8. Tel'nov YU.F., Danilov A.V., Kazakov V.A. Programmnyaya realizatsiya informatsionno-obrazovatel'nogo prostranstva na osnove mnogoagentnoy tekhnologii i ontologicheskogo podkhoda. Otkrytoye obrazovaniye. 2015. No. 6. P. 73–82. (In Russ.)
9. Gasparian M.S., Lebedev S.A., Tel'nov YU.F. Inzhiniring obrazovatel'nykh programm na osnove primeneniya intellektual'nykh tekhnologiy. Otkrytoye obrazovaniye. 2017. No. 1. P. 14–19. (In Russ.)
10. Prilepina A.V., Morkovina E.F., SHukhman A.E. Metodika razrabotki obrazovatel'nykh programm podgotovki spetsialistov dlya otrasli informatsionnykh tekhnologiy. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2016. No. 1. P. 41–46. (In Russ.)
11. Galiyev R.M. Avtomatizirovannaya sistema dlya raboty s dokumentami kafedry. Nauchnyye itogi 2017 goda: dostizheniya, proyekty, gipotezy: Sbornik materialov VII Ezhegodnoy itogovoy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Novosibirsk, 29 December 2017). Novosibirsk, 2017. P. 52–57. (In Russ.)

12. Реестр профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ URL: <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php>

13. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04. Программная инженерия URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090304\\_B\\_3\\_17102017.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090304_B_3_17102017.pdf)

14. Профессиональный стандарт 06.001 «Программист». URL: [http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=56414](http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=56414)

15. Профессиональный стандарт 06.004 «Специалист по тестированию в области информационных технологий» URL: [http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=57024](http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=57024)

16. Профессиональный стандарт 06.022 «Системный аналитик» URL: [http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=50437](http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=50437)

17. Профессиональный стандарт 06.028 «Системный программист» URL: [http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=50443](http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=50443)

18. Система управления требованиями am.Requirements URL: <http://www.am-programs.ru/ReqProgrammDsc.shtml>

19. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010. Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств. Введ. 01.03.2011. Москва: Стандартинформ, 2011. 104 с.

20. ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764-2002. Сопровождение программных средств. Введ. 01.07.2003. Москва: Издательство стандартов, 2002. 32 с.

21. ISO/IEC TR 19759-2015 Software Engineering -- Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK) - Second Edition. URL: <https://www.iso.org/standard/67604.html>

22. Зиндер Е.З., Юнатов И.Г. Нормализованная метамодель компетенций, ориентированная на программы дополнительного профессионального образования в сфере ИКТ и смежные объекты // Открытое образование. 2011. № 6. С. 33–45.

23. Зиндер Е.З., Тельнов Ю.Ф., Юнатов И.Г. Методика построения модели компетенций на основе профессиональных стандартов в области

12. Reyestr professional'nykh standartov Ministerstva truda i sotsial'noy zashchity RF URL: <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php> (In Russ.)

13. Federal'nyy gosudarstvennyy obrazovatel'nyy standart vysshego obrazovaniya – bakalavriat po napravleniyu podgotovki 09.03.04. Programmaya inzheneriya URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS VO 3 /Bak/090304\\_B\\_3\\_17102017.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS VO 3 /Bak/090304_B_3_17102017.pdf) (In Russ.)

14. Professional'nyy standart 06.001 «Programmist». URL: [http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=56414](http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=56414) (In Russ.)

15. Professional'nyy standart 06.004 «Spetsialist po testirovaniyu v oblasti informatsionnykh tekhnologiy» URL: [http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=57024](http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=57024) (In Russ.)

16. Professional'nyy standart 06.022 «Sistemnyy analitik» URL: [http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=50437](http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=50437) (In Russ.)

17. Professional'nyy standart 06.028 «Sistemnyy programmist» URL: [http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=50443](http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=50443) (In Russ.)

18. Sistema upravleniya trebovaniyami am.Requirements URL: <http://www.am-programs.ru/ReqProgrammDsc.shtml> (In Russ.)

19. GOST R ISO/M·EK 12207-2010. Informatsionnaya tekhnologiya. Protsessy zhiznennogo tsikla programmnykh sredstv. Vved. 01.03.2011. Moscow: Standartinform, 2011. 104 p. (In Russ.)

20. GOST R ISO/M·EK 14764-2002. Soprovozhdeniye programmnykh sredstv. Vved. 01.07.2003. Moscow: Izdatel'stvo standartov, 2002. 32 p. (In Russ.)

21. ISO/IEC TR 19759-2015 Software Engineering -- Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOK) - Second Edition. URL: <https://www.iso.org/standard/67604.html>

22. Zinder E.Z., YUnatova I.G. Normalizovannaya metamodel' kompetentsiy, oriyentirovannaya na programmy dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya v sfere IKT i smezhnyye ob'yekty. Otkrytoye obrazovaniye. 2011. No. 6. P. 33–45. (In Russ.)

23. Zinder E.Z., Tel'nov YU.F., YUnatova I.G. Metodika postroyeniya modeli kompetentsiy na osnove professional'nykh standartov v oblasti IKT dlya

ИКТ для создания программ дополнительного профессионального образования // Вестник УМО «Прикладная информатика». Экономика, Статистика и Информатика. 2011. № 6. С. 112–118.

24. Гузик С.В., Зиндер Е. З., Юнатов И. Г., Новая парадигма инжиниринга предприятия и управление соответствием между рабочими процессами и компетентностью их исполнителей // Сб. трудов XVI конф. «Инжиниринг предприятий и управление знаниями». Москва: МЭСИ, 2013. С. 90–100.

25. Полянский А.М. Отображение компетенций субъектов в архитектурной модели информационной системы // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2011. № 4. С. 131–141.

sozdaniya programm dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya. Vestnik UMO «Prikladnaya informatika». Ekonomika, Statistika i Informatika. 2011. No. 6. P. 112–118. (In Russ.)

24. Guzik S.V., Zinder E. Z., YUnatova I. G., Novaya paradigma inzhiniringa predpriyatiya i upravleniye sootvetstviyem mezhdurabochimi protsessami i kompetentnost'yu ikh ispolniteley. Sb. trudov XVI konf. «Inzhiniring predpriyatij i upravleniye znaniyami». Moscow: MESI, 2013. P. 90–100. (In Russ.)

25. Polyanskiy A.M. Otobrazheniye kompetent-siy sub'yektov v arkhitekturnoy modeli informat-sionnoy sistemy. Ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz. 2011. No. 4. P. 131–141. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Андрей Михайлович Полянский**

*К.т.н., доцент кафедры автоматизации и вычислительной техники  
ВоГУ, Вологда, Россия  
Эл. почта: ampol@yandex.ru*

**Екатерина Андреевна Смирнова**

*Аспирант  
ВоГУ, Вологда, Россия  
Эл. почта: kimberly1991@yandex.ru*

#### Information about the authors

**Andrey M. Polyanskiy**

*Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Department of automation and computer engineering  
VSTU, Vologda, Russia  
E-mail: ampol@yandex.ru*

**Ekaterina A. Smirnova**

*Post-graduate student  
VSTU, Vologda, Russia  
E-mail: kimberly1991@yandex.ru*