

Международные стандарты, проблемы и перспективы подготовки ИТ-специалистов

International standards, problems and prospects of training IT-professionals

Шульдова Светлана Георгиевна¹
Shuldava Sviatlana

1. Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий Минского инновационного университета
PhD in Technical sciences, associate professor of the Department of information technology of Minsk Innovation University
e-mail: svetlanash@tut.by

Аннотация

В статье рассмотрены международные стандарты подготовки специалистов в области информационных технологий, проведен их сравнительный анализ с образовательными стандартами Республики Беларусь по аналогичным направлениям подготовки, обозначены проблемы и пути их решения.

Ключевые слова: информационные технологии, информатика, программное обеспечение, программная инженерия, высшее образование, образовательный стандарт, знания, дисциплина.

Abstract

The article considers international educational standards for the training of specialists in information technologies. The comparative analysis of international educational standards and standards of Belarus on the first stage of higher education is performed. The problems of training IT professionals and their solutions are designated.

Keywords: information technology, informatics, software, software engineering, high education, educational standards, knowledge, discipline.

Поступила в редакцию / Received: 17.11.2016

Web: <http://elibrary.miu.by/journals/item.iot/issue.48/article.5.html>

В статью вошли материалы, полученные в результате выполнения НИР «Совершенствование процесса подготовки инженеров-программистов в условиях непрерывного развития информационно-коммуникационных технологий», ГР 20162081.

Введение

Интенсивное развитие и распространение средств вычислительной техники и программного обеспечения в конце прошлого и начале текущего веков способствовали становлению индустрии информационных технологий как одного из ведущих секторов мировой экономики. Все это обусловило актуальность задачи массовой подготовки профессиональных кадров в области информационных технологий (ИТ) [1].

1. Подготовка специалистов в области информационных технологий на первой ступени высшего образования в Беларуси

В настоящее время подготовка ИТ-специалистов в Республике Беларусь осуществляется в рамках более чем 20 специальностей в 16 учреждениях высшего образования. В таблицу 1 сведены специальности БГУИР по направлению 1-40 «Информатика и вычислительная техника» и группа специальностей 1-31 03 «Математические науки и информатика» БГУ первой ступени высшего образования, а также присваиваемые выпускникам квалификации по ОКРБ 011-2009 «Специальности и квалификации».

Естественно, что в БГУ как в классическом университете придается большее значение фундаментальному математическому образованию и несколько меньшее значение профессиональной подготовке. Тогда как БГУИР готовит инженеров соответствующего профиля, и программы подготовки специалистов должны включать больше инженерных и профессиональных дисциплин.

Подготовка специалистов с высшим образованием в Республике Беларусь осуществляется на основе единых образовательных стандартов высшего образования I и

Таблица 1 – Направления, специальности и квалификации в сфере ИТ

Код	Наименование специальности	Квалификация
1-40	ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА	
40 01	ПРОГРАММНЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА	
40 01 01	Программное обеспечение информационных технологий (ПОИТ)	Инженер-программист
40 02	АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА	
40 02 01	Вычислительные машины, системы и сети	Инженер-системотехник
40 02 02	Электронные вычислительные средства	Инженер-электроник
40 03	ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ	
40 03 01	Искусственный интеллект	Инженер-системотехник
40 04	ИНФОРМАТИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ	
40 04 01	Информатика и технологии программирования	Инженер – системный программист
40 05	ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ	
40 05 01	Информационные системы и технологии (по направлениям)	Инженер-программист; Инженер-программист-экономист; Инженер-программист-системотехник; Инженер-программист-эколог; Системный программист-логистик; Инженер-системотехник
31 03	МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ И ИНФОРМАТИКА	
1-31 03 07	Прикладная информатика (по направлениям)	Информатик. Специалист по разработке программного обеспечения; Информатик. Специалист по информационным технологиям телекоммуникационных систем; Информатик. Специалист по компьютерному дизайну и разработке веб-приложений
1-31 03 03	Прикладная математика (научно-производственная деятельность); Прикладная математика (научно-педагогическая деятельность)	Математик-программист; Преподаватель математики и информатики
1-31 03 04	Информатика	Математик-системный программист
1-31 03 09	Компьютерная математика и системный анализ	Математик. Системный аналитик
1-31 03 08	Математика и информационные технологии (по направлениям)	Математик. Специалист по информационным технологиям

II ступеней. Естественно, эти стандарты должны учитывать динамику развития ИТ-индустрии, процессы глобализации и перехода к информационному обществу. Существующие образовательные стандарты предоставляют возможность гибко формировать основные образовательные программы (учебные планы, учебные программы и др.), актуализировать их содержание по мере необходимости за счет соответствующих разделов учебного плана.

2. Международные стандарты подготовки ИТ-специалистов

Международный опыт подготовки ИТ-специалистов представлен в виде рекомендаций Компьютерного сообщества Института инженеров по электротехнике и электронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers Computer Society, IEEE-CS) и Ассоциации по вычислительной технике (The Association for Computing Machinery, ACM) по преподаванию информатики в университетах Computing Curricula [2]. Рекомендации Computing Curricula (CC) формулируют общие требования к учебным программам по информатике и концепцию обучения, при этом учебным заведениям предо-

ставлена значительная свобода в группировке разделов знаний в собственных планах преподавания согласно своим специфическим потребностям. Объем знаний в CC представлен в иерархическом виде: на верхнем уровне расположены предметные области (areas), которые подразделяются на разделы, или модули знаний (units), последние разбиваются на темы (topics). Важно подчеркнуть, что подобная структура областей, разделов и тем определяет именно свод знаний, необходимый для освоения соответствующей сферы деятельности, а не представляет собой перечень учебных курсов. В статье [3] приведены хронология выпуска документов CC и их назначение.

Документ Computing Curricula 2005 [4], имеющий общее методологическое назначение, определяет основные направления подготовки специалистов:

- Computer Engineering – CE (компьютерная инженерия или разработка аппаратных платформ);
- Software Engineering – SE (программная инженерия);
- Computer Science – CS (информатика);

- Information Systems – IS (информационные системы);
- Information Technology – IT (информационные технологии).

На первый взгляд, выделенные направления в достаточной степени соответствуют группам специальностей по ОКРБ 011-2009 «Специальности и квалификации» (рисунок).

Группа специальностей 1-40 04 «Информатика и технологии программирования» может быть отнесена как к направлению Software engineering, так и к направлению Computer science. Представляется целесообразным сопоставить программы подготовки ИТ-специалистов по направлениям СС 2005 и группам специальностей по ОКРБ 011-2009.

3. Сравнительный анализ международных стандартов подготовки ИТ-специалистов и образовательных стандартов ИТ-специальностей Беларуси

Образовательный стандарт в первую очередь определяет характеристику профессиональной деятельности специалиста, содержащую сферы, объекты, виды и задачи данной деятельности и требования к профессиональным компетенциям специалиста. В документе СС2005 также значительное внимание уделяется определению профессиональных характеристик каждого направления, для этого существует раздел «Краткое описание профессиональных характеристик профилей (Descriptions of the computing disciplines)». Сопоставление видов деятельности специалиста в области Computer Science документа СС2005 и задач профессиональной деятельности специалиста, определенных в ОСВО 1-31 03 04-2013 для специальности 1-31 03 04 «Информатика» [5], представлено в таблице 2. Анализ показывает их практически полную идентичность. Объем знаний для профиля Computer Science содержит 14 предметных областей, для которых можно провести достаточно четкую аналогию с дисциплинами ОСВО. Фундаментальные математические дисциплины (математический анализ, геометрия и алгебра и др.), исключенные из сравнения, являются обязательными в Computer Science Curricula 2013 [6], однако изучаются с различной углубленностью в зависимости от учебного заведения. Computer Science Curricula 2013 определяет минимальный объем: один семестр математики (введение в математический анализ, линейная алгебра и т.п.) и один семестр теории вероятностей и математической статистики. В БГУ математическая подготовка будущих специалистов более основательна.

Результаты сопоставления предметных областей и дисциплин стандартов приведены в таблице 3. Предметные области «Графика и визуализация», «Интеллектуальные системы» в образовательном стандарте вполне можно отнести к дисциплинам специализации.

Совокупность знаний сама по себе не является учебным планом, поэтому SC 2013 также определяет курсы и порядок их преподавания, то есть порядок формирования учебного плана на основе иерархической модели знаний. Курсы разделены на три категории в соответствии с уровнем: вводные (начальный уровень), основные, углубленные; в то время как области и модули подразделяются на обязательные для изучения или освоения и факультативные.

В целом международные и отечественные стандарты по информатике в значительной степени тождественны. Представляется важным отметить, что и основные цели подготовки специалиста по направлению «Информатика» в сравниваемых стандартах также идентичны: формирование логического мышления, овладение методами и средствами приобретения новых знаний для исследований и разработок новых теоретических и программно-алгоритмических решений.

Для профиля «Программная инженерия» является актуальным документ СС Software Engineering 2014 (SE2014), основным содержанием которого выступает спецификация объема знаний – SEEK (Software Engineering Education Knowledge) знаний [7]. Основой для проектирования структуры и содержания SEEK послужил общепризнанный документ SWEBOOK (Software Engineering Body of Knowledge) [8], подготовленный сообществом IEEE Computer Society. Одной из важнейших целей SWEBOOK является определение аспектов деятельности, которые составляют суть профессии инженера-программиста.

SEEK включает следующие десять предметных областей знаний [7]:

- основы компьютеринга (CMP);
- основы математики и инженерии (FND);
- профессиональная практика (PRF);
- моделирование и анализ программного обеспечения (MAA);
- проектирование программного обеспечения (DES);
- верификация и аттестация программного обеспечения (VAV);
- эволюция программного обеспечения (EVL);
- процессы разработки программного обеспечения (PRO);

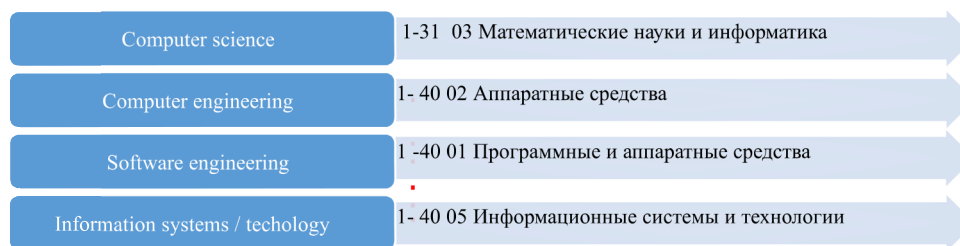


Рисунок – Направления СС 2005 и группы специальностей ОКРБ 11-2009

Таблица 2 – Задачи профессиональной деятельности специалиста

Computer Science Curricula (SC) 2013	ОСВО 1-31 03 04-2013
Разработка и реализация программного обеспечения для исследовательских и проектных работ в области создания новых ИТ, а также руководство наукоемкими разработками в области ИТ	Разработка, эксплуатация и сопровождение программных систем для компьютеров, компьютерных сетей и средств коммуникации
Разработка новых методов использования компьютеров и обработки информации, в том числе в интересах прикладных областей	Определение новых областей применения компьютерных систем и их программного обеспечения; разработка и анализ системных процессов в информационных средах
Разработка эффективных алгоритмов и методов реализации функций систем ИТ	Проектирование и оценка алгоритмов и прикладных программных интерфейсов

Таблица 3 – Предметные области знаний и дисциплины

Computer Science Curricula (SC) 2013	ОСВО 1-31 03 04-2013
Дискретные структуры (DS)	Дискретная математика и математическая логика
Основы программирования (PF)	Программирование
Алгоритмы и теория сложности (AL)	Теория алгоритмов
Операционные системы (OS)	Операционные системы
Архитектура и организация ЭВМ (AR)	Архитектура компьютеров
Языки программирования (PL)	Методы трансляции (частично)
Распределенные вычисления (NC)	Компьютерные сети (частично)
Графика и визуализация (GV)	
Интеллектуальные системы (IS)	
Управление информацией (IM)	Модели данных и системы управления базами данных
Социальные и профессиональные вопросы программирования (SP)	
Программная инженерия (SE)	Технологии программирования
Методы вычислений (CN)	Методы численного анализа; Исследование операций
Человеко-машинное взаимодействие (HC)	

- качество программного обеспечения (QUA);
- управление программными проектами (MGT).

Под компьютерингом понимается целенаправленная деятельность, в которой используются компьютерное оборудование и программное обеспечение, как учебная дисциплина компьютеринг подразумевает систематическое изучение алгоритмических процессов, описывающих и преобразующих информацию [1].

SEEK также определяет курсы, которые разделяются на категории: вводные курсы по информатике, математике и программной инженерии, основные курсы по информатике, основные и углубленные по программной инженерии и нетехнические курсы.

Основной вид деятельности специалистов данного направления – создание и сопровождение программ-

ного обеспечения, отвечающего требованиям надежности, эффективности, сопровождаемости, открытости и т.п. Примерами компетенций профессионалов по профилю «программная инженерия» являются: владение методами и средствами разработки программного обеспечения, удовлетворяющего требованиям надежности; управление процессами жизненного цикла программных систем; разработка комплектов тестов; разработка и реализация методов тестирования и испытания программных комплексов, интеграции и сопровождение программных систем, моделирование окружений функционирования программных систем. Приведенные компетенции в целом соответствуют задачам профессиональной деятельности и профессиональным компетенциям инженера-программиста согласно ОСВО 1-40 01 01-

2013 Программное обеспечение информационных технологий [9].

Приведенные выше области знаний не проецируются на дисциплины ОСВО 1-40 01 01-2013. Рассмотрим содержание курсов по основам компьютеринга (СМР) и основам математики и инженерии, поскольку все остальные области знаний, согласно SWEBOK, относятся к программной инженерии. Результаты сопоставления курсов SEEK и дисциплин ОСВО 1-40 01 01-2013 представлены в таблице 4.

Анализ данных таблицы не позволяет сделать вывод о соответствии программ подготовки ИТ-специалистов по направлению «Программная инженерия» и специальности ПОИТ. Необходимо отметить, что в образовательных программах на постсоветском пространстве часто используется близкая по смыслу и содержанию к программной инженерии дисциплина «Технология разработки программного обеспечения». На наш взгляд, дисциплина «Технология разработки программного обеспечения» вместе с дисциплиной «Алгоритмы и структуры данных» должны быть обязательными для изучения при подготовке инженеров-программистов.

Важно отметить, что рекомендации CC Software Engineering 2014 ориентируют процесс обучения на изучение набора стандартных решений под типовые ситуации.

Международный стандарт по направлению «Информационные системы» [1] определяет, что профессионалы по информационным системам должны быть компетентны в интеграции ИТ-решений с бизнес-процессами для достижения конечных целей предприятия (корпоративных целей), то есть, по сути, такие специалисты должны служить мостом между техническими специалистами и управленцами. Профессионалы по профилю «информационные технологии» должны обеспечивать необходимый уровень качества функционирования систем ИТ, их эксплуатацию, модернизацию, обеспечение информационной безопасности, повышение эффективности использования информационных и технических ресурсов и т.д. Ввиду многообразия направлений и специализаций специальности 1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям) не представляется возможным выполнить сравнение программ подготовки специалистов по данному профилю.

4. Проблемы подготовки ИТ-специалистов и пути их решения

Существуют различные, в том числе диаметрально противоположные взгляды на содержательный аспект программ подготовки ИТ-профессионалов, разделяющие «американский» и «российский» («советский», в том чис-

ле «белорусский») подходы [10]. Тем не менее многие проблемы подготовки ИТ-специалистов являются общими как для западных стран, так и для постсоветского пространства. Так, в [11] отмечается, что в западном мире «высшее образование зачастую страдает из-за недостаточного количества различных ресурсов», и «ученые в области информатики получают высокие зарплаты вне академической среды, что делает затруднительным привлечение людей на работу [на факультеты информатики] и их последующее удержание». В настоящее время обозначенные проблемы актуальны и для Беларуси, в частности, дефицит преподавателей-практиков и преподавателей в возрасте до 35 лет. В статье [12] констатируется тот факт, что большинство преподавателей учреждений высшего образования профильных кафедр не имеют практического опыта использования многих современных информационных технологий. Одним из решений этой проблемы является создание совместных кафедр с ИТ-компаниями, однако этого, по мнению авторов, недостаточно. Опыт советской школы, когда при кафедрах существовали научно-исследовательские лаборатории и преподаватели могли участвовать в выполнении программных проектов в качестве разработчиков, сегодня очень актуален и должен быть трансформирован в соответствии с реалиями настоящего времени. Еще одним решением является привлечение к преподаванию ИТ-дисциплин высококвалифицированных представителей отрасли, разработка и сопровождение ими как будущими работодателями специальных дисциплин для нужд ИТ-компаний [3, 13]. Эти варианты не исключают друг друга, скорее наоборот, их консенсус даст максимальный положительный эффект.

Заключение

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что для дальнейшего развития и совершенствования высшего образования в сфере ИТ необходимо:

1. При разработке учебных планов и учебных программ для ИТ-специальностей учитывать международный опыт, консолидированный в стандартах Computing Curricula;
2. При организации работы выпускающих кафедр ИТ-специальностей учитывать опыт советской высшей школы, привлекая преподавателей и студентов, особенно II ступени высшего образования, которые в перспективе могут преподавать, к участию в программных проектах, например, на хозяйственной основе.

Таким образом, перспективы подготовки ИТ-специалистов в высшем образовании основаны

Таблица 4 – Сопоставление курсов SEEK и дисциплин ОСВО 1-40 01 01-2013

SEEK	ОСВО 1-31 03 04-2013
Основы компьютеринга (СМР)	
Основы программирования	Основы алгоритмизации и программирования
Объектно-ориентированное программирование	Объектно-ориентированные технологии программирования и стандарты проектирования
Алгоритмы и структуры данных	–
Архитектура ЭВМ	–
Основы языков программирования	Языки программирования
Операционные системы	Операционные системы и системное программирование
Основы баз данных	Базы данных
Основы сетевых технологий	Компьютерные системы и сети
Основы математики и инженерии (FND)	
Введение в программную инженерию	
Дискретная математика	
Статистические методы вычислений	
Базовые курсы по программной инженерии	Надежность программного обеспечения

на «симбиозе современной науки, образования и бизнеса» [14].

Литература / References

1. Сухомлин, В.А. Международные образовательные стандарты в области информационных технологий / В.А. Сухомлин // Прикладная информатика. – 2012. – № 1(37). – С. 33–55.
Sukhomlin, V.A. Mezhdunarodnyye obrazovatel'nyye standarty v oblasti informatsionnykh tekhnologiy / V.A. Sukhomlin // Prikladnaya informatika. – 2012. – No. 1(37). – P. 33–55.
2. Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах: пер. с англ. / Н.И. Бойко [и др.]. – М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий», 2007. – 462 с.
Rekomendatsii po prepodavanuyu programmnoy inzhenerii i informatiki v universitetakh: per. s angl. / N.I. Boyko [i dr.]. – M.: INTUIT.RU «Internet-Universitet Informatsionnykh tekhnologiy», 2007. – 462 p.
3. Пунчик, З.В. Международные стандарты ИТ-образования как методическая основа реализации компетентностного подхода / З.В. Пунчик, А.М. Зеневиц // Актуальные проблемы бизнес-образования: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., 16–17 апр. 2015 г., Минск / Бел. гос. ун-т, Ин-т бизнеса и менеджмента технологий; редкол.: В.В. Апанасович (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Национальная библиотека Беларуси, 2015. – С. 218–222.
Punchik, Z.V. Mezhdunarodnyye standarty IT-obrazovaniya kak metodicheskaya osnova realizatsii kompetentnostnogo podkhoda / Z.V. Punchik, A.M. Zenevich // Aktual'nyye problemy biznes-obrazovaniya: materialy XIV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 16–17 apr. 2015 g., Minsk / Bel. gos. un-t, In-t biznesa i menedzhmenta tekhnologiy; redkol.: V.V. Apanasovich (gl.red.) [i dr.]. – Minsk: Natsional'naya biblioteka Belarusi, 2015. – P. 218–222.
4. Computing Curricula 2005 The Overview Report: a cooperative project of The Association for Computing Machinery (ACM), The Association for Information Systems (AIS), The Computer Society (IEEE-CS) [Electronic resource] // Association for Computing Machinery. – Mode of access: http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf. – Date of access: 04.07.2016.
5. Образовательный стандарт Республики Беларусь. Высшее образование. Первая ступень. 1-31 03 04 Информатика. ОСВО 1-31 03 04-2013. – Введ. 30.08.2013. – Минск: М-во образования Респ. Беларусь, 2013. – 17 с.
Obrazovatel'nyy standart Respubliki Belarus'. Vysheye obrazovaniye. Pervaya stupen'. 1-31 03 04 Informatika. OSVO 1-31 03 04-2013. – Vved. 30.08.2013. – Minsk: M-vo obrazovaniya Resp. Belarus', 2013. – 17 p.
6. Computer Science Curricula 2013. The Joint Task Force on Computing Curricula Association for Computing Machinery (ACM), IEEE Computer Society [Electronic resource] // Association for Computing Machinery. – Mode of access: <https://www.acm.org/education/se2014.pdf>. – Date of access: 04.11.2016.
7. Computer Science Curricula 2013 [Electronic resource] // Association for Computing Machinery. – Mode of access: <https://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>. – Date of access: 04.11.2016.
8. ISO IEC TR 19759 – 2005, Software Engineering. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) [Electronic resource] // IEEE Computer Society. – Mode of access: <http://www.computer.org/portal/web/swebok/v3>. – Date of access: 04.11.2016.
9. Образовательный стандарт Республики Беларусь. Высшее образование. Первая ступень. 1-40 01 01 Программное обеспечение информационных технологий. ОСВО 1-40 01 01-2013. – Введ. 30.08.2013. – Минск: М-во образования Респ. Беларусь, 2013. – 29 с.
Obrazovatel'nyy standart Respubliki Belarus'. Vysheye obrazovaniye. Pervaya stupen'. 1-40 01 01 Programmnoye obrazovaniye. Pervaya stupen'. 1-40 01 01 Programmnoye

- obespecheniye informatsionnykh tekhnologiy. OSVO 1-40 01 01-2013. – Vved. 30.08.2013. – Minsk: M-vo obrazovaniya Resp. Belarus', 2013. – 29 p.
10. Бывшев, В.А. Подготовка ИТ-профессионалов в научно-исследовательском университете / В.А. Бывшев, В.А. Богомолов, В.И. Костюнин // Бизнес Информ. – 2012. – № 7. – С. 184–185.
- Byvshev, V.A. Podgotovka IT-professionalov v nauchno-issledovatel'skom universitete / V.A. Byvshev, V.A. Bogomolov, V.I. Kostyunin // Biznes Inform. – 2012. – No. 7. – P. 184–185.
11. Стронгин, Р.Г. Опыт международного сотрудничества при подготовке ИТ-специалистов в Нижегородском университете / Р.Г. Стронгин, В.П. Гергель // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – Вып. 3-1. – С. 112–131.
- Strongin, R.G. Opyt mezhdunarodnogo sotrudnichestva pri podgotovke IT-spetsialistov v Nizhegorodskom universitete / R.G. Strongin, V.P. Gergel' // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. – 2010. – Vyp. 3-1. – P. 112–131.
12. Змитрович, А.И. Проблемы подготовки и использования специалистов для индустрии информационных технологий в Республике Беларусь / А.И. Змитрович, С.Н. Зборовский // Актуальные проблемы бизнес-образования : материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. 24–25 апр. 2014 г., Минск / Бел. гос. ун-т, Ин-т бизнеса и менеджмента технологий; редкол.: В.В. Апанасович (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2014. – С. 136–140.
- Zmitrovich, A.I. Problemy podgotovki i ispol'zovaniya spetsialistov dlya industrii informatsionnykh tekhnologiy v Respublike Belarus' / A.I. Zmitrovich, S.N. Zborovskiy // Aktual'nyye problemy biznes-obrazovaniya: materialy XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 24–25 apr. 2014 g., Minsk / Bel. gos. un-t, In-t biznesa i menedzhmenta tekhnologiy; redkol.: V.V. Apanasovich (gl. red.) [i dr.]. – Minsk, 2014. – P. 136–140.
13. Шульдова, С.Г. Обеспечение качества подготовки ИТ-специалистов на первой ступени высшего образования в Республике Беларусь / С.Г. Шульдова // Актуальные проблемы науки XXI века : сб. науч. ст. молодых ученых. – 2015. – Вып. 4. – С. 85–91.
- Shul'dova, S.G. Obespecheniye kachestva podgotovki IT-spetsialistov na pervoy stupeni vysshego obrazovaniya v Respublike Belarus' / S.G. Shul'dova // Aktual'nyye problemy nauki XXI veka : sb. nauch. st. molodykh uchenykh. – 2015. – Vyp. 4. – P. 85–91.
14. Цепкало, В.В. Инструменты повышения качества в сфере ИТ-образования Парка высоких технологий Республики Беларусь / В.В. Цепкало, В.П. Старжинский // Инструменты повышения качества непрерывного профессионального образования : материалы Международной научно-методической конференции, Минск, 28–29 мая 2013 г. / Бел. нац. техн. ун-т; под ред. Б.М. Хрусталева, В.Л. Соломахо. – Минск, 2013. – С. 152–156.
- Tsepkalo, V.V. Instrumenty povysheniya kachestva v sfere IT-obrazovaniya Parka vysokikh tekhnologiy Respubliki Belarus' / V.V. Tsepkalo, V.P. Starzhinskiy // Instrumenty povysheniya kachestva nepreryvnogo professional'nogo obrazovaniya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii, Minsk, 28–29 maya 2013 g. / Bel. nats. tekhn. un-t; pod red. B.M. Khrustaleva, V.L. Solomakho. – Minsk, 2013. – P. 152–156.