

Прилепина А.В.<sup>1</sup>, Морковина Э.Ф.<sup>1,2</sup>, Шухман А.Е.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Оренбургский государственный педагогический университет  
E-mail: apoly@yandex.ru

<sup>2</sup>Оренбургский государственный университет  
E-mail: eliks.morkovina@gmail.com ; shukhman@gmail.com

## МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ОТРАСЛИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В условиях модернизации профессионального образования возникает проблема несогласованности образовательных программ профессионального образования разных уровней, углубляется несоответствие уровня выпускников требованиям региональных рынков труда. Проектирование содержания образовательных программ в области информационных технологий часто осуществляется бессистемно, без учета требований работодателей, востребованности определенных компетенций, возможности продолжать обучение на более высоком уровне.

Для решения проблемы соотношения компетенций выпускника и компетенций специалиста были проанализированы квалификационные требования к специалистам в области информационных технологий, а также профессиональные стандарты. Модель содержания образования формируется на основе системы профессиональных компетенций. Для выбора подмножества компетенций, которые по определенным критериям оптимальны и удовлетворяют заданным ограничениям, предложены различные оптимизационные методы. В результате классификации содержания всех разработанных обобщенных компетенций по четырем уровням стало возможным установить соответствие уровней компетенций квалификационным уровням профессий в отрасли информационных технологий.

Разработанная методика успешно апробирована при разработке содержания профессиональной образовательной программы по профессии «Программист» в рамках направления 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем. Апробация методики показала возможность ее широкого применения для разработки программ подготовки специалистов по различным профессиям отрасли ИТ.

**Ключевые слова:** компетенции, профессиональный стандарт, образовательная программа, учебный план, оптимизация содержания программ, программист.

В настоящее время на рынке труда предъявляются высокие требования к уровню подготовки специалистов в области информационных технологий. Поэтому в современном образовании для будущего специалиста необходимо предусмотреть такое содержание образовательных программ, которое будет гарантировать необходимый уровень квалификации выпускников и по максимуму удовлетворять требованиям профессиональной сферы. Следует отметить, что наблюдаются противоречия, связанные с очень разнообразными требованиями, которые предъявляют работодатели к содержанию подготовки: одно направление подготовки может покрывать несколько профессиональных стандартов, концентрировать компетенции для нескольких взаимосвязанных профессий. Так как образовательная программа имеет ограниченную трудоемкость, то механическое наполнение образовательных программ знаниями, умениями и навыками из профессиональных стандартов невозможно.

Одним из решений является построение такой модели содержания образования, в которой можно предусмотреть различные факторы

и ограничения, а также эффективные методы для оптимального выбора содержательных характеристик образовательных программ.

Основой для определения содержания образовательных программ в системе профессионального образования в настоящее время выступают системы профессиональных компетенций. Для отрасли ИТ система профессиональных компетенций опирается на анализ требований работодателей, зарубежных квалификационных систем, а также квалификационных характеристик, описанных в профессиональных стандартах отрасли [1].

На основе системы компетенций можно разработать эффективную модель содержания образования. При этом на всех уровнях профессионального образования от начального до высшего (уровня магистратуры) система профессиональных компетенций позволяет определять результаты обучения. Данная модель носит динамический характер и в ней необходимо предусмотреть некоторые параметры, которые определяют эволюцию образовательной системы. Например, для одного направления подготовки в различных образовательных програм-

мах оценка несовпадения результатов освоения профессионального цикла дисциплин позволяет определить необходимость создания новых профилей или направлений подготовки [2].

Качественный выбор подмножества компетенций, которые по определенным критериям оптимальны и удовлетворяют заданным ограничениям, позволяет эффективно разработать содержание профессиональных образовательных программ. Заметим, что в рамках образовательной программы описывается несколько сотен формируемых знаний, умений и навыков, следовательно, задача оптимизации содержания образования имеет достаточно большую размерность.

Можно предложить к рассмотрению простейшую задачу выбора предметных дисциплин, которые формируют для некоторой профессии минимально необходимый уровень компетенций, с учетом минимизации трудоемкости этих дисциплин. В данном случае оставшиеся зачетные единицы студент может использовать по желанию. В этом случае задача оптимизации сводится к классической задаче о покрытии множества. Существуют различные методы для решения данной задачи. В частности, можно применить как приближенные жадные алгоритмы, так и методы искусственного интеллекта: генетические алгоритмы, метод имитации отжига и алгоритмы муравьиной колонии. Можно рассмотреть более сложную постановку задачи, в которой выбор предметных дисциплин должен обеспечить максимальное количество знаний, умений и навыков, которые осваивают студенты, при этом включать заданный результат обучения при ограничении суммарной трудоемкости образовательной программы. Эту задачу можно свести к задаче о рюкзаке с объединением множеств [3].

Для решения проблемы соотношения компетенций выпускника и компетенций специалиста были проанализированы квалификационные требования к специалистам в области информационных технологий, а также профессиональные стандарты: Программист 06.001, Архитектор программного обеспечения 06.003, Системный аналитик 06.022, Администратор баз данных 06.011, Специалист по информационным системам 06.015, Специалист по информационным ресурсам 06.013, Специалист

по тестированию в области информационных технологий 06.004 [4]. Подробно изучались описания знаний и умений, соответствующих должностным обязанностям на каждом квалификационном уровне, утвержденном приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации [5].

На основе этих необходимых знаний и умений были сформированы семнадцать обобщенных профессиональных компетенций:

1. Управление проектами.
2. Управление персоналом.
3. Взаимодействие с пользователями и заказчиками.
4. Анализ и моделирование бизнес-процессов.
5. Управление ресурсами.
6. Сбор и анализ требований к ПО.
7. Проектирование ПО.
8. Разработка ПО.
9. Управление качеством ПО.
10. Тестирование и отладка ПО.
11. Информационная безопасность.
12. Проектирование и применение баз данных.
13. Администрирование информационных систем.
14. Эксплуатация вычислительной техники и компьютерных сетей.
15. Разработка информационных ресурсов.
16. Документоведение.
17. Самообучение и саморазвитие.

Для выделенных компетенций была исследована возможность их объединения в укрупненные группы. В результате было сформировано две укрупненные группы компетенций «IT-менеджмент» и «Проектирование и разработка ПО». В группу «IT-менеджмент» входят пять обобщенных компетенций: управление проектами, управление персоналом, взаимодействие с пользователями и заказчиками, анализ и моделирование бизнес-процессов, управление ресурсами. Эти компетенции отражают различные виды деятельности менеджера в сфере информационных технологий. В группу «Проектирование и разработка ПО» также входят пять обобщенных компетенций: сбор и анализ требований к ПО, проектирование ПО, разработка ПО, управление качеством ПО, тестирование и отладка ПО. Компетенции данной группы со-

ответствуют основным этапам жизненного цикла ПО и дисциплинам управления разработки ПО.

Для каждой компетенции были выделены знания и умения по четырем уровням. Первый уровень «1» – деятельность по образцу без принятия самостоятельных решений; второй уровень «2» – широкое ответственное использование знаний и умений в стандартных ситуациях с ограничением самостоятельности в принятии решений; третий уровень «3» – ответственное и самостоятельное руководство подчиненными с решение проблем в нестандартных ситуациях; четвертый уровень «4» – высокая степень самостоятельности и ответственности в принятии принципиальных решений, влияющих в целом на деятельность организации.

В результате классификации содержания всех разработанных обобщенных компетенций по четырем уровням стало возможным установить соответствие уровней компетенций квалификационным уровням профессий в отрасли информационных технологий. Покажем на примере, как выше описанное исследование позволяет эффективно разработать содержание профессиональных образовательных программ.

Приведем описание методики разработки образовательной программы для профессии «Программист». В первую очередь необходимо преобразовать знания, умения и трудовые функ-

ции из профессионального стандарта в структурированный набор компетенций, применяемых в системе образования. Для этого приведем соответствие уровней компетенций квалификационным уровням профессий в отрасли информационных технологий (табл. 1).

Следует отметить, что, во-первых, в соответствии с национальной рамкой квалификаций в современных профессиональных стандартах произошло смещение квалификационных уровней. Если раньше у программиста квалификационные уровни изменялись от 1 до 4, то сейчас уровни выстраиваются от 3 до 6, при этом содержательная часть только расширяется. Во-вторых, из выше обозначенных компетенций мы выделим только те, которые должны быть сформированы у будущего программиста.

Далее была разработана функциональная карта профессии «Программист», в которой приводится описание всех трудовых функций, предусмотренных профессиональным стандартом. Один из ее фрагментов приведен в таблице 2.

На следующем шаге был проведен подробный анализ всех обобщенных трудовых функций (ОТФ), систематизированы знания и умения. При этом код знаний и умений формируется из следующих компонентов:

– кода профессии (код его в реестре, например для программиста 06.001);

Таблица 1. Соответствие уровней компетенций квалификационным уровням профессий в отрасли информационных технологий (Программист)

Группа	Компетенции	Программист			
		3	4	5	6
IT-менеджмент	Управление проектами	-	-	3	4
	Управление персоналом	-	-	-	4
	Взаимодействие с пользователями и заказчиками	-	2	3	4
Проектирование и разработка ПО	Сбор и анализ требований к ПО	-	3	3	4
	Проектирование ПО	1	2	3	4
	Разработка ПО	1	2	3	4
	Управление качеством ПО	2	3	3	4
	Тестирование и отладка ПО	1	2	3	4
Документоведение		1	2	3	3
Самообучение и саморазвитие		1	2	3	4

– кода обобщенной трудовой функции (например, первая ОТФ Программиста имеет код А) и указания на умения (Y) и знания (Z);

– кода трудовой функции (ТФ), соответствующей своей ОТФ;

– кода квалификационного уровня;

– номера умения или знания в ТФ.

Например, первое умение в первой ТФ в первой ОТФ кодируется как 06.001.AY.01.3.1.

Все данные были систематизированы, при этом каждое отдельно взятое знание или умение имеет уникальный идентификатор. В таблице 3 приводится лишь небольшая часть этой работы в виде описания характеристик обобщенной трудовой функции «Разработка и отладка программного кода».

Затем все необходимые знания и умения каждой трудовой функции были соотнесены

Таблица 2. Функциональная карта профессии «Программист»

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
А	Разработка и отладка программного кода	3	Формализация и алгоритмизация поставленных задач	A/01.3	3
			Написание программного кода с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными	A/02.3	3
			Оформление программного кода в соответствии с установленными требованиями	A/03.3	3
			Работа с системой контроля версий	A/04.3	3
			Проверка и отладка программного кода	A/05.3	3
В	Проверка работоспособности и рефакторинг кода программного обеспечения	4	Разработка процедур проверки работоспособности и измерения характеристик программного обеспечения	B/01.4	4
			Разработка тестовых наборов данных	B/02.4	4
			Проверка работоспособности программного обеспечения	B/03.4	4
			Рефакторинг и оптимизация программного кода	B/04.4	4
С	Интеграция программных модулей и компонент и верификация выпусков программного продукта	5	Разработка процедур интеграции программных модулей	C/01.5	5
			Осуществление интеграции программных модулей и компонент и верификации выпусков программного продукта	C/02.5	5
D	Разработка требований и проектирование программного обеспечения	6	Анализ требований к программному обеспечению	D/01.6	6
			Разработка технических спецификаций на программные компоненты и их взаимодействие	D/02.6	6
			Проектирование программного обеспечения	D/03.6	6

с выделенными компетенциями и уровнями (табл. 1).

В дальнейшем был проведен комплексный анализ на соответствие знаний и умений, которыми должен обладать программист на основе профессиональных стандартов, тем дисциплинам, в рамках которых они формируются. Для анализа использовался действующий учебный план подготовки бакалавров по направлению 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (общий профиль) на базе Оренбургского государственного педагогического университета.

Проведенный анализ показал, что, во-первых, большинство умений и знаний программиста формируются дисциплинами, связанными с алгоритмизацией и программированием. Однако кроме этого в профессиональном стандарте выделены знания и умения в области разработки программного обеспечения, рефакторинга и оптимизации программного кода, разработки процедур интеграции программных модулей, верификации выпусков программного

продукта, требований и анализа к программному обеспечению. В сущности, эти компетенции должны формироваться у студентов МОАИС дисциплиной «Технология разработки программного обеспечения», но в учебном плане на ее изучение отводится всего лишь 144 часа (4 з.е.). Получается, что большой объем важных знаний и умений просто выпадают из программы подготовки, так как чисто физически невозможно качественно их сформировать за такое время.

Во-вторых, в учебном плане есть дисциплины, которые формируют некоторые специфические необходимые знания и умения будущих программистов, однако в профессиональном стандарте они никак не обозначены. Например, дисциплины «Операционные системы и оболочки», «Методы защиты информации», «Защита информации в компьютерных сетях».

В-третьих, определились знания и умения из стандарта, которые не формирует ни одна дисциплина из учебного плана. К ним относятся следующие знания и умения: проводить

Таблица 3. Характеристики обобщенных трудовых функций

Компоненты трудовой функции	Характеристики
<b>Обобщенная трудовая функция</b> <i>Разработка и отладка программного кода (А) ур. 3</i>	
<b>Трудовая функция:</b> <i>Формализация и алгоритмизация поставленных задач</i>	
<i>Трудовые действия</i>	Составление формализованных описаний решений поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов
	Разработка алгоритмов решения поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов
	Оценка и согласование сроков выполнения поставленных задач
<i>Необходимые умения</i>	Использовать методы и приемы формализации задач 06.001.АУ.01.3.1
	Использовать методы и приемы алгоритмизации поставленных задач 06.001. АУ.01.3.2
	Использовать программные продукты для графического отображения алгоритмов 06.001. АУ.01.3.3
	Применять стандартные алгоритмы в соответствующих областях 06.001. АУ.01.3.4
<i>Необходимые знания</i>	Методы и приемы формализации задач 06.001.АЗ.01.3.1
	Языки формализации функциональных спецификаций 06.001.АЗ.01.3.2
	Методы и приемы алгоритмизации поставленных задач 06.001.АЗ.01.3.3
	Нотации и программные продукты для графического отображения алгоритмов 06.001.АЗ.01.3.4
	Алгоритмы решения типовых задач, области и способы их применения 06.001.АЗ.01.3.5

анализ исполнения требований, вырабатывать варианты реализации требований, проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений, осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами, знать языки формализации функциональных спецификаций и др.

В-четвертых, некоторые знания и умения, обозначенные в профессиональном стандарте, не могут быть сформированы из-за недостаточной квалификации и опыта преподавателей в области разработки программного обеспечения.

В-пятых, ни в профессиональном стандарте, ни в учебном плане не отражены современные направления в области информационных технологий. Например, такие как распределенные системы, высокопроизводительные вычисления, хранилища данных, облачные технологии.

Следовательно, можно предложить ряд дисциплин по выбору, которые должны дополнить компетенции студентов МОАИС в области программирования и представить полный набор необходимых знаний и умений для соответствия требованиям профессионального стандарта «Программист» и современным тенденциям

развития информационных технологий. К этим курсам можно отнести анализ требований к разработке и оформлению программного обеспечения, системы контроля версий, разработка процедур работоспособности программного обеспечения, рефакторинг и оптимизация программного кода, разработка процедур интеграции программных модулей, технологии распределенных систем, высокопроизводительные вычисления, хранилища данных, облачные технологии.

Таким образом, предложенная методика разработки содержания образовательных программ подготовки специалистов для отрасли информационных технологий позволила выявить необходимые изменения в содержании образовательных программ, обеспечивающие максимальное соответствие результатов обучения требованиям работодателей и современным тенденциям развития информационных технологий. Апробация методики показала возможность ее широкого применения для разработки программ подготовки специалистов по различным профессиям отрасли ИТ.

01.12.2015

### **Исследования выполнены при поддержке гранта Оренбургского государственного педагогического университета для проведения прикладных исследований в 2015 г.**

#### **Список литературы:**

1. Белоновская И. Д., Шухман А. Е., Морковина Э. Ф. Специфика разработки системы обобщенных профессиональных компетенций для подготовки работников инновационных отраслей экономики // Высшее образование сегодня. – 2012. – № 9. – С. 33-38.
2. Шухман А. Е., Белоновская И. Д., Цветкова К. Е. Модель непрерывной многоуровневой подготовки специалистов для инновационных отраслей экономики. // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 2 (121). – С. 390-395.
3. Шухман А. Е. Подходы к моделированию, проектированию и реализации образовательных программ непрерывной подготовки ИТ-специалистов. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 522.
4. Профессиональные стандарты отрасли ИТ. – 2014 – Режим доступа: <http://www.apkit.ru/committees/education/meetings/standarts.php>.
5. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. №148н «Об утверждении уровней квалификаций в целях разработки проектов профессиональных стандартов» – Режим доступа: <http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/orders/48>.

#### **Сведения об авторах:**

**Прилепина Анна Васильевна**, доцент кафедры информатики и методики преподавания информатики физико-математического факультета Оренбургского государственного педагогического университета, кандидат педагогических наук  
e-mail: [apoly@yandex.ru](mailto:apoly@yandex.ru)

**Морковина Эльвира Фаридовна**, доцент кафедры геометрии и компьютерных наук математического факультета Оренбургского государственного университета, доцент кафедры информатики и методики преподавания информатики физико-математического факультета Оренбургского государственного педагогического университета, кандидат педагогических наук  
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, e-mail: [eliks.morkovina@gmail.com](mailto:eliks.morkovina@gmail.com)

**Шухман Александр Евгеньевич**, заведующий кафедрой геометрии и компьютерных наук математического факультета Оренбургского государственного университета, кандидат педагогических наук, доцент  
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, e-mail: [shukhman@gmail.com](mailto:shukhman@gmail.com)