

Я.Ю. Гафуанов, Г.Б. Поднебесова

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ИКТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАНИЮ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ И ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ

Рассматриваются вопросы формирования профессиональной ИКТ-компетентности будущих учителей информатики и ИТ-специалистов при изучении программирования. Представлена методика организации эффективного обучения программированию на основе положений проблемно-семиотического подхода, современных ИТ-технологий и системы упражнений в рамках STEM-образования. Приведены результаты эксперимента по внедрению описанной методики на базе кафедры ИИТиМОИ ЮУрГПУ (г. Челябинск).

Ключевые слова: информатика; компьютерные науки; обучение программированию; «перевернутые классы»; проблемно-семиотический подход; STEM-образование; ИКТ-компетентность; специальные компетенции преподавателей информатики.

В настоящее время наблюдается тенденция перехода к информационному обществу. Информатизация проникает во все области профессиональной деятельности. В 2017 г. Правительством Российской Федерации при поддержке успешных российских высокотехнологических компаний была разработана и утверждена программа по созданию условий для перехода страны к цифровой экономике [1]. Большинство организационных структур используют достижения информационных технологий (ИТ, ИТ) для обеспечения бесперебойной работы департаментов своих подразделений (кадры, финансы, производство и безопасность), которые могут находиться на другом конце света. Активное применение средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) ведет к существенному повышению эффективности работы организаций. Сфера образования не является исключением. Еще в 2004 г. началась реализация масштабного федерального проекта «Информатизация системы образования», благодаря которому сегодня персональные компьютеры с доступом в интернет стали одним из основных средств осуществления образовательного процесса.

Зарождается новая система подготовки кадров для четвертой промышленной революции, которая получила название «Индустрия 4.0». «Индустрия 4.0» – это новая парадигма глобального внедрения киберфизических систем и инструментов в производственные и социальные процессы, быт, досуг, трудовые отношения. С высокой вероятностью такое внедрение повлечет за собой коренные изменения в экономике, промышленности и человеческом социуме в целом. Иными словами, это концепция массового использования киберфизических систем для обеспечения нужд человеческого общества. Реализация концепций данной парадигмы в рамках перехода к цифровой экономике и информационному обществу ставит перед существующей системой образования задачу постоянной подготовки высококвалифицированных специалистов в области ИТ, в частности программистов. Проблема подготовки программистов существует с середины XX в. Причиной ее возникновения являлась автоматизация и механизация производства и, как следствие, острая нехватка операторов персональных компьютеров (ПК) [2. С. 13–18]. Сегодня обучение программированию является серьезным вызовом, про-

диктованным нуждами ИТ-индустрии, испытывающей нехватку профессионалов, обладающих необходимыми знаниями, навыками и опытом. Основная проблема заключается в сопоставимости срока жизненного цикла технологии со сроком обучения специалиста. Угроза утраты актуальности полученных в ходе обучения знаний и навыков на момент окончания учебного заведения становится все более ощутимой. Так, образовательный процесс должен постоянно перестраиваться с точки зрения актуализации учебных программ и переосмысления традиционных подходов к обучению в соответствии с текущими требованиями к специалистам сферы информационных технологий [3. С. 14–19].

Подготовка будущих учителей и ИТ-специалистов невозможна без высококвалифицированных преподавателей компьютерных наук, обладающих знаниями и навыками применения средств ИКТ в образовательном процессе. Использование достижений информационно-коммуникационных технологий в качестве эффективного средства обучения требует от преподавателя дополнительных знаний и умений – ИКТ-компетентности. Под ИКТ-компетентностью понимают уверенное владение всеми составляющими навыками ИКТ-грамотности для решения задач учебной деятельности [4]. В свою очередь, ИКТ-грамотность – это использование цифровых технологий, инструментов коммуникации и / или сетей для получения доступа к информации, управления ею, ее интеграции, оценки и создания для функционирования в современном обществе [5].

Выделяют следующие уровни овладения ИКТ-компетентностями:

1) базовый – накапливаются базовые знания, умения и владение, необходимые для знакомства с компьютерной грамотностью (минимальное применение ИКТ-средств);

2) технологический – информационно-коммуникационные технологии становятся инструментом в осуществлении прикладной деятельности, например, при оценке качества, средств и форм представления в глобальной сети Интернет программно-технологического и информационного обеспечения;

3) профессиональный – способность преподавателя решать свои профессиональные задачи с использованием ИКТ [6. С. 189–191].

Очевидно, что овладение ИКТ-компетентностями на профессиональном уровне должно стать одним из приоритетных направлений при подготовке будущих преподавателей информатики. Однако одно лишь наличие пользовательских навыков работы с персональным компьютером и мультимедиа-средствами для преподавателя на сегодняшний день не является достаточным. Профессиональную ИКТ-компетентность в соответствующей области профессиональной деятельности (в данном случае в преподавании компьютерных наук) отражает предметно-педагогическая ИКТ-компетентность. В профессиональном стандарте педагога один из элементов компетентности предметно-педагогического компонента обозначен следующим образом: «Конструирование виртуальных и реальных устройств с цифровым управлением (технология, информатика)» [7]. Очевидно, что для создания устройств с цифровым управлением преподавателю необходимы навыки программирования. Более того, перед системой образования на сегодняшний день стоит задача подготовки высококвалифицированных программистов, что означает необходимость формирования у студентов соответствующих специальных компетенций. Учитель должен владеть этими компетенциями, в противном случае подготовка студентов к будущей профессиональной деятельности разработчиков будет носить поверхностный характер, что приведет к существенному разрыву между содержанием обучения и реальными требованиями, предъявляемыми к программисту на рабочем месте. Таким образом, целесообразно включить в понятие «предметно-педагогическая ИКТ-компетентность» владение профессиональными компетенциями, формируемыми при углубленном изучении программирования, которое советский ученый, пионер теоретического и системного программирования, создатель Сибирской школы информатики Андрей Петрович Ершов определил как вторую грамотность [8]. В свою очередь, известнейший теоретик в области разработки языков программирования, профессор компьютерных наук Швейцарской технической школы и создатель языков программирования Паскаль, Модула-2 и Оберон Никлаус Вирт в своей приветственной речи на открытии Международной конференции по преподаванию информатики ITiCSE высказал идею о том, что программирование является, возможно, самой важной дисциплиной постиндустриальной эры. Изучение программирования на углубленном уровне дает будущему преподавателю возможность использования языков программирования как инструмента для решения своих профессиональных задач, например, для организации личного информационного пространства и разработки электронного учебно-методического комплекса. Необходимым условием для этого является сформированность ряда специальных компетенций у будущих учителей информатики, основными из которых являются:

1) СК-2: способность использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации;

2) СК-5: способность использовать современные информационные и коммуникационные технологии для создания, формирования и администрирования электронных образовательных ресурсов [9].

Развитие данных компетенций происходит в процессе изучения таких дисциплин, как:

- 1) информационные системы;
- 2) основы математической обработки информации;
- 3) программирование;
- 4) web-дизайн и др.

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования по направлениям подготовки «Информационные системы и технологии» и «Педагогическое образование» определяют, что выпускник обязан владеть знаниями, умениями и практическим опытом в области объектно-ориентированного, логического и web-программирования [10. С. 45–48]. Такой опыт позволяет будущему преподавателю лучше разбираться в тонкостях реального процесса разработки программных продуктов и, соответственно, качественнее обучать программированию студентов (будущих IT-специалистов). Более того, учитель, занятый параллельно практикой в области программирования, безусловно, владеет наивысшим уровнем ИКТ-компетентности. Однако сформировать необходимый для профессионального программирования уровень знаний и навыков при подготовке преподавателя информатики очень непросто. Проблема заключается в противоречиях между существующими образовательными программами, на основе которых построено обучение программированию, и реальными задачами, которые ставятся перед специалистами по программированию, имеющими профессиональную занятость в современной IT-индустрии. Для устранения этих противоречий необходимо провести переосмысление существующих методик обучения программированию с точки зрения отражения в содержании обучения аспектов реального процесса создания программного продукта и действий, выполняемых профессиональными программистами в ходе этого процесса.

Существует множество различных методик обучения программированию. Высшие учебные заведения аккумулируют многолетний опыт ведения учебной деятельности для разработки эффективных образовательных программ. Например, в основе подготовки профессиональных программистов на базе Томского государственного университета лежат следующие основные принципы: фундаментальность (ориентированность на концептуальные долговременные закономерности), профессионализм (развитие определенного подхода к решению профессиональных задач), широта образовательного профиля (расширение набора специализаций с учетом нюансов местного рынка труда), а также развитие общего культурного уровня (общая эрудиция, способность к эффективной коммуникации и т.д.) [11. С. 8–16]. Помимо общих подходов к обучению программированию, в достаточной степени используются инновационные, заключающиеся в применении различных технологий. Так, обучение программированию в Томском государственном педа-

гогическом университете проходит с использованием системы Ejudge [12. С. 109–111]. Данное средство позволяет автоматически проверять корректность разработанных программ. Программное обеспечение устанавливается на сервере и имеет web-интерфейс, позволяющий работать с системой из любого места с доступом в интернет. В Ejudge встроены компиляторы для большинства популярных языков программирования. Также имеется возможность задавать предельные значения на время работы программы и использовать память, что позволяет наряду с правильностью выходных данных проверить эффективность программы.

Методика обучения программированию базируется на научном подходе. В настоящее время в обучении программированию применяются такие подходы, как системный, деятельностный, когнитивный, проблемный, семиотический и др. Положения каждого из перечисленных подходов частично или полностью находят свое отражение при построении учебного процесса, однако проблемный и семиотический подходы в силу ряда причин могут быть признаны основополагающими [13. С. 216–217]. Суть проблемного подхода заключается в решении неких «проблемных» ситуаций (задач), т.е. данный подход в полной мере опирается на практическую составляющую. Безусловно, в процессе профессиональной разработки программного обеспечения ставится некая общая цель, для достижения которой формулируются задачи, декомпозирующиеся, в свою очередь, на подзадачи. Соответственно, суть деятельности специалиста-разработчика сводится к решению этих подзадач. Применение семиотического подхода продиктовано знаковой природой языков программирования. Без знания синтаксиса языка программирования и понимания его семантики не получится написать даже простейшую программу. Суть применения семиотического подхода сводится к развитию у обучающихся специальных знаково-символических действий (замещение, кодирование, схематизация и моделирование), необходимых как для будущего специалиста в области разработки программного обеспечения, так и для будущего учителя. Умение выделять алгоритмические структуры из рассуждений в формулировках задач (детализировать процесс перевода алгоритма решения с естественного языка на формальный язык программирования и выделять его подэтапы) также является определяющим в процессе программирования.

Важнейшим условием, влияющим на качество обучения программированию, является раскрытие реального процесса разработки программного обеспечения. Процесс программирования не может быть раскрыт только с помощью статичных обучающих материалов (учебники, слайд-презентации, конспекты лекций и др.). Они могут быть полезны во время представления законченной программы, но не для демонстрации динамического процесса ее разработки. Для этой цели лучше всего подходят видеозаписи работы профессионального программиста в ходе решения некоторой задачи (захват изображения на экране монитора с комментариями). Просматривая такие видеозаписи, обучающиеся видят, как опытный специа-

лист среди возможных методов решения задачи выбирает оптимальный, обращается к онлайн-документации, осуществляет отладку и оптимизацию программы для получения эффективного и хорошо читаемого программного решения. Для создания видеозаписей могут быть использованы такие программы, как FlashBack Express или OBS Studio. Они не имеют ограничений по длительности записи и не накладывают на видео в качестве водяного знака свой логотип. Также имеются встроенные средства обработки видео.

Обучение с использованием видеозаписей целесообразно осуществлять через реализацию такой модели смешанного обучения, как «перевернутый класс». Данная модель позволяет минимизировать объяснение материала непосредственно на аудиторном занятии. Студенты, используя персональные электронные устройства, получают доступ к учебным видеозаписям в любом месте и в удобное им время. Таким образом, на занятиях в компьютерных лабораториях появляется возможность для лучшей реализации интерактивных форм обучения, например для ведения проектной деятельности [14]. В настоящее время существуют специализированные сервисы для создания, хранения, обработки учебно-методических материалов, адаптированных к обучению по технологии «перевернутых классов», например Panopto Video Platform. Данный сервис позволяет не только создавать видео с помощью различных устройств (имеются приложения как для настольных ОС, так и для мобильных устройств), но и добавлять к нему интерактивные элементы, создавать опросы с разными типами ответов, совмещать видео с изображениями или графиками в режиме разделения экрана, генерировать отчеты для руководителей процесса обучения. Аналогичный функционал может быть достигнут с использованием бесплатного ПО для захвата экрана, а видео могут быть размещены на бесплатном видеохостинге (специализированные сервисы предоставляют решения «все-в-одном»). С помощью видеозаписей, применяемых в рамках курса «Разработка web-портала», наглядно демонстрируются:

- 1) приемы создания адаптивной верстки на основе Bootstrap 3 (фреймворка для разработки адаптивных и мобильных web-проектов);
- 2) использование менеджера пакетов (утилиты командной строки, позволяющей быстро сформировать структуру проекта со всеми необходимыми файлами);
- 3) настройка редактора кода для быстрой и комфортной разработки;
- 4) разработка компонентов на PHP для формирования содержимого web-страницы;
- 5) написание кода на JavaScript/jQuery для манипулирования элементами страницы и др.

Обучение программированию целесообразно осуществлять в соответствии с трендами современного технического образования. Одним из ведущих образовательных направлений в настоящее время является Science, Technology, Economics, Mathematics (STEM), которое основывается на идее обучения четырем специальным дисциплинам: науке, технологии, инженерному делу и математике (в междисциплинарном и

прикладном подходе). Принципиальное отличие STEM от традиционных образовательных подходов заключается в наличии интегрированной среды обучения, которая демонстрирует студентам применение научных методов в повседневной жизни, развивает аналитическое мышление и фокусируется на решении задач, имеющих практическую значимость. На основе инновационных подходов парадигмы STEM возможно провести переосмысление традиционных подходов к обучению программированию: подготовка будущих специалистов по разработке программного обеспечения должна иметь акцент на активном (эмпирическом) обучении, развитии критического мышления и навыка работы в команде, а также на решении прикладных задач. Каждая категория STEM может быть задействована при обучении программированию [15]. Методика обучения программированию должна базироваться на научном подходе («Наука»), и таковым может являться описанный ранее проблемно-семиотический подход. Содержание обучения должно включать в себя освоение современных технологий, используемых при разработке программного обеспечения («Технология»). Таковыми могут являться: новые языки программирования, популярные библиотеки (фреймворки), новые подходы к проектированию программных продуктов и др. Для запоминания основных конструкций языка программирования хорошо подходит решение задач на реализацию, например, математических

моделей неких физических процессов или же просто математических задач. Кроме того, применение знаний из математики происходит при оценке сложности алгоритмов и способов их оптимизации («Математика»). Разработка программного обеспечения сама по себе является инженерной деятельностью (профессия «инженер-программист», «инженерное дело»).

Исследование эффективности методики обучения программированию, построенной на основе проблемно-семиотического подхода с использованием технологии «перевернутых классов» и системы упражнений, согласованной с категориями STEM, проводилось при внедрении в курс «Разработка web-портала средствами PHP» на базе кафедры информатики информационных технологий и методики обучения информатике. Обучающиеся – студенты 4-го курса (будущие преподаватели информатики) физико-математического факультета Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (2017–2018 уч. г.). Для качественной оценки применялся подход, при котором основным критерием измерения служит характеристика продвижения на более высокие уровни развития профессиональной ИКТ-компетентности, включающей владение специальными компетенциями, которые, в свою очередь, декомпозированы на знания, умения и владение (табл. 1). Каждый следующий уровень включает в себя содержание всех предыдущих уровней.

Таблица 1

Декомпозиция уровней развития специальных компетенций

Компетенция		Уровень I	Уровень II	Уровень III
Профессиональная ИКТ-компетентность	СК-5: способность использовать современные информационные и коммуникационные технологии для создания, формирования и администрирования электронных образовательных ресурсов	Знать понятия проектирования ИС и проектирования ПО Уметь формулировать алгоритм решения поставленной задачи Владеть методами описания структуры программы с помощью блок-схемы	Знать основные подходы к разработке ПО (функциональный, объектно-ориентированный) Уметь составлять проект решения задачи и выбирать наиболее оптимальный подход, создавать макет web-сайта с использованием Adobe Photoshop Владеть методами сборки системы из готовых модулей	Знать процессы жизненного цикла ПО Уметь составлять прототип web-сайта с использованием Azure RP Владеть основными технологиями проектирования ПО
	СК-2: способность использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации	Знать базовые концепции и технологии программирования, основные конструкции одного-двух языков программирования, основы языка разметки HTML Уметь решать задачи пониженного уровня, корректировать структуру программы Владеть основными средствами IDE	Знать основные веб-технологии, основные структуры / конструкции PHP / JS / jQuery Уметь решать задачи базового уровня, корректировать существующий функционал в соответствии с требованиями Владеть основными положительными практиками при написании кода, основными средствами отладки программ	Знать принципы работы с БД с помощью API Уметь решать задачи продвинутого уровня, писать код в соответствии с заданными стандартами Владеть основными приемами написания отказоустойчивого кода, приемами разработки программных модулей и шаблонов для CMF Wordpress

Выделение уровней позволит формализовать выбор критериев для оценки сформированности выбранных компетенций. Определение уровня знаний и умений конкретного студента целесообразно проводить с помощью качественного анализа результатов выполнения лабораторных работ и индивидуальных заданий, а также индивидуального опроса.

Уровень I. Студент в состоянии сформулировать, описать и реализовать алгоритм решения задачи пониженного уровня. Знание теории поверхностное, как и подход к выполнению практических заданий. Присутствуют в незначительной степени или отсутствуют вовсе следующие составляющие: соблюдение стандартов написания программного кода, тенденция к исправлению ошибок, применение положительных практик.

На первом уровне развития специальных компетенций зачастую находится большинство студентов, проходящих обучение по специальностям, подразумевающим изучение программирования, но не ориентированным на подготовку будущих разработчиков (выпускники-специалисты с навыками программирования). К таким профилям относятся «Информатика-экономика», «Информационные технологии в образовании» и др. Развить знания и умения для перехода с первого уровня на второй помогает реализация положений проблемно-семиотического подхода и использование системы упражнений в рамках STEM-образования. Выполнение специально подобранных практических заданий позволяет устранить пробелы в знании синтаксиса и понимании семантики изучаемого языка программирования, а также развить умение формулировать алгоритм решения задачи на естественном языке и переводить его на формальный язык, понятный вычислительной машине.

Уровень II. Студент в состоянии сформулировать, описать и реализовать алгоритм решения задачи базового уровня. Хорошее знание теории веб-разработки, в том числе основных особенностей используемых языков программирования. Обучающийся способен быстро внести изменения в программный код для новых условий функционирования программы. Решение практических задач обдуманно, рассмотрены различные подходы к реализации. Задания выполнены добротнo, с применением основных положительных практик при написании кода.

Для перехода на третий уровень развития специальных компетенций целесообразно использовать в обучении видеозаписи работы профессиональных программистов в ходе решения некоторых задач. Данный вид обучающего материала помогает раскрыть студентам особенности реального процесса разработки, показать основные трудовые действия на рабочем месте, минимизируя тем самым разрыв между учебным и профессиональным программированием. Видеозаписи также служат средством мотивации обучающихся, так как на них показано, как профессионалы прибегают к «шпаргалкам» в виде онлайн-документации, допускают и исправляют ошибки, многократно пересматривают уже написанный код с целью оптимизации. Дополнительная реализация обучения по методике «перевернутых классов» позволяет студентам изучать видеозаписи в удобном

темпе, пересматривая их столько раз, сколько необходимо для полного понимания, а на аудиторных занятиях больше времени посвящать практической работе под руководством преподавателя.

Уровень III. Студент в состоянии сформулировать, описать и реализовать алгоритм решения задачи продвинутого уровня. Досконально знает теорию веб-разработки, самостоятельно обращается к общедоступной документации для языков программирования. В состоянии использовать в разработке не только нативные средства, но и различные библиотеки. Программные решения являются отказоустойчивыми и эффективными с точки зрения использования ресурсов сервера, вводимые пользователем данные проходят проверку безопасности.

На наш взгляд, нахождение на третьем уровне развития специальных компетенций свидетельствует о достаточности имеющихся у обучающегося знаний и умений для того, чтобы считаться разработчиком начального уровня. В данном контексте это означает сформированность профессиональной ИКТ-компетентности и возможность для будущего преподавателя более качественно обучать программированию студентов, а также разрабатывать собственные проекты в рамках профессиональной самореализации.

Для апробации методики обучения программированию на основе описанных ранее условий были сформированы две группы студентов: контрольная (22 человека) и экспериментальная (18 человек). Контрольная группа студентов проходила традиционное обучение, а экспериментальная – на основе новой методики обучения программированию. Всего в эксперименте на этом этапе приняли участие 40 человек. Данные, полученные в ходе эксперимента, представлены в табл. 2.

Таблица 2
Результаты апробации новой методики обучения программированию

Уровень развития знаний и умений	Количество студентов	
	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Уровень I	3 (17%)	8 (36,4%)
Уровень II	9 (50%)	14 (63,6%)
Уровень III	6 (33%)	0
	Итого 18 студентов	Итого 22 студента

Достижение студентами третьего уровня знаний и умений может свидетельствовать о повысившейся эффективности обучения. Такой уровень был полностью или частично достигнут 6 студентами (33%) экспериментальной группы. 9 студентов (50%) достигли второго уровня компетенций, а 3 (17%) остались на первом. Более того, у абсолютного большинства студентов экспериментальной группы осталось положительное впечатление от прохождения курса. Было отмечено улучшение успеваемости и увеличение уровня мотивации к дальнейшему изучению программирования. Большинство студентов контрольной группы, проходящих обучение по традиционной программе, при выполнении итоговых заданий показали второй уровень знаний и умений (14 человек / 63,6%), остальные (8 человек / 36,4%) выполняли задания в соответствии с критериями первого уровня.

Для установления значимости различий развития профессиональной ИКТ-компетентности в экспериментальной и контрольной группах использовался критерий χ^2 (хи-квадрат), применяемый для сравнения распределений объектов двух совокупностей на основе измерений по шкале наименований в двух независимых выборках. При этом была введена шкала наименований, соответствующая трем ранее описанным уровням развития специальных компетенций (табл. 3).

Т а б л и ц а 3
Данные для проверки выдвинутой гипотезы

Выборка	Уровень I	Уровень II	Уровень III	n
Выборка (контрольная группа)	8	14	0	$n_1 = 22$
Выборка (экспериментальная группа)	3	9	6	$n_2 = 18$

Допустим, уровень значимости критерия равен 0.05 ($\alpha = 0.05$), тогда для двух степеней свободы значение критической точки распределения будет равняться 5.99 ($T_{\text{крит}} = 5.99$). Для подтверждения выдвинутой гипотезы о том, что увеличению уровня развития специальных компетенций студентов способствует соблюдение выявленных условий (построение процесса обучения на основе положений проблемно-семиотического подхода, применение технологии «перевернутых классов», применение системы упражнений в рамках STEM-образования), необходимо, чтобы значение статистики, полученное на основе экспериментальных данных, было больше критического значения статистики ($T_{\text{набл}} > T_{\text{крит}}$). Найдем значение статистики $T_{\text{набл}}$:

$$T_{\text{набл}} = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \cdot \sum_{i=1}^a \left[\frac{(n_1 \cdot o_{2i} - n_2 \cdot o_{1i})^2}{o_{1i} + o_{2i}} \right];$$

$$T_{\text{набл}} = \frac{1}{22 \cdot 18} \cdot \left(\frac{(22 \cdot 3 - 18 \cdot 8)^2}{8 + 3} + \frac{(22 \cdot 9 - 18 \cdot 14)^2}{14 + 9} + \frac{(22 \cdot 6 - 18 \cdot 0)^2}{0 + 6} \right); T_{\text{набл}} = 9,050186.$$

Выполняется условие $T_{\text{набл}} > T_{\text{крит}}$ ($9,050186 > 5,99$), следовательно, различие не является случайным. Отмечается более высокий уровень развития специальных компетенций у студентов контрольной группы. Полученные результаты свидетельствуют о верности выдвинутой гипотезы.

Таким образом, эффективному обучению программированию способствует соблюдение следующих условий: применение положений проблемно-семиотического подхода, современных IT-технологий и использование системы упражнений, построенной в соответствии с категориями STEM. Учитель информатики, приобретший в свое время высокий уровень знаний и навыков для ведения практики в программировании, имеет наивысший уровень овладения ИКТ-компетентностями (профессиональный) и способен не только разрабатывать качественные авторские учебно-методические материалы и создать в рамках профессиональной самореализации, например, собственный сайт, но и более качественно обучать программированию. Значит, обучающиеся будут иметь высокую мотивацию для выбора в дальнейшем специальностей, связанных с информационными технологиями, что крайне необходимо для IT-индустрии в рамках перехода к цифровой экономике и информационному обществу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1632-р от 28 июля 2017 г. об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации». М., 2017. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB7915v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 30.04.2019).
2. Shvartzburd S.I. Our Experience With Ninth Graders Qualifying as Computer Programming Assistants // Soviet Education. 1961. Vol. 3. P. 13–18.
3. Поднебесова Г.Б. Система профессиональной подготовки будущих учителей информатики // Современная высшая школа : инновационный аспект. 2012. № 2. С. 14–19.
4. Бурмакина В.Ф., Фалина И.Н. ИКТ-компетентность учащихся. URL: <http://www.sitos.mesi.ru/> (дата обращения: 04.08.2018).
5. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании : учеб. пособие. М. : Издательский центр «Академия», 2003. 192 с.
6. Поднебесова Г.Б. Формирование профессиональной ИКТ-компетентности педагогических кадров // Информатизация образования: история, состояние, перспективы : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. Омск : Омск. гос. пед. ун-т, 2012. С. 189–191.
7. Приказ Минтруда России от 18.10.2013 № 544н (ред. от 05.08.2016) «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» // СПС КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155553/ (дата обращения: 30.04.2019).
8. Ершов А.П. Программирование – вторая грамотность // Архив академика А.П. Ершова. URL: http://erшов.iis.nsk.su/ru/second_literacy/article (дата обращения: 04.08.2018).
9. Основная профессиональная образовательная программа по направлению 44.03.05 «Педагогическое образование» (Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет). Челябинск, 2017. URL: ftp://ftp.cspu.ru/upload/sveden/education/440305_PO_NO.Inf/N/OOP_44.03.05_PO_NO.Inf_O_30.08.17.pdf (дата обращения: 30.04.2019).
10. Газейкина А.И. Обучение программированию будущего учителя информатики // Педагогическое образование в России. 2012. № 5. С. 45–48.
11. Гладких Б.А. История, современное состояние и проблемы подготовки специалистов по информатике в Томском государственном университете // Вестник Томского государственного университета. 2002. № 275. С. 8–16.
12. Горчаков Л.В., Стась А.Н., Карташов Д.В. Обучение программированию с использованием системы Ejudge // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2017. № 9 (186). С. 109–112.
13. Гафуанов Я.Ю. Проблемно-семиотический подход при обучении программированию // Мир Науки, Культуры, Образования. Горно-Алтайск : МНКО, 2018. № 2. С. 216–217.
14. Гафуанов Я.Ю. Использование метода перевернутых классов при обучении программированию // XX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета : сб. ст. Нижневартковск : Изд-во НВГУ, 2018.

15. Гафуанов Я.Ю. Реализация концепций STEM в преподавании программирования // Информатизация образования: проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV Всерос. науч.-практ. интернет-конф., посвящ. памяти Д.Ш. Матроса / под ред. Г.Б. Поднеbesовой. Челябинск : Изд-во ЮУрГПУ, 2018.

Статья представлена научной редакцией «Педагогика» 17 мая 2020 г.

The Formation of Professional ICT-Competence in Teaching Programming to Future Teachers of Informatics and IT-Experts

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal, 2020, 455, 175–182.

DOI: 10.17223/15617793/455/24

Yaroslav Yu. Gafuanov, South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: immortalbeing13@gmail.com

Galina B. Podnebesova, South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: galina.podnebesova@gmail.com

Keywords: informatics; computer science; teaching programming; flipped classroom; problem-semiotic approach; STEM-education; ICT-competence; special competencies of informatics teachers.

The research aims to identify conditions for the formation of professional ICT-competence when learning programming and to experimentally verify their effectiveness. This is especially relevant in the context of the changing requirements for IT-experts and computer science teachers. The analysis of the current state and problems of professional training of IT-experts and computer science teachers is based on: (1) scientific works of recognized experts in the field of teaching computer sciences and, in particular, programming; (2) current orders of the Government of the Russian Federation on the approval of the teacher's professional standard and the program "Digital Economics of the Russian Federation"; (3) educational programs in relevant areas; (4) the authors' personal experience reflected in the relevant research articles. In the research, a number of scientific methods were used. To identify the conditions for the effective formation of professional ICT-competence, a general scientific analysis method was applied. To verify the identified factors in specially created and controlled conditions, a pedagogical experiment was conducted. The research was carried out in several phases. The first phase included a general analysis of programming teaching systems and the formation of professional ICT-competence in the framework of training future informatics teachers and IT-experts in higher education institutions. During the second phase, the conditions for the effective formation of professional ICT-competence in the context of teaching programming were identified. The first condition is the possibility of constructing a process of teaching programming on the basis of the problem-semiotic approach. The second condition is the use of STEM-technology. The third condition is the use of specialized video content in accordance with the trends of modern IT-technologies (the flipped classroom concept). At the third phase of the research, a qualitative assessment of the effectiveness of the selected conditions was made. For this, an approach was applied in which the main measurement criterion is the characteristic of advancing to higher levels of professional ICT-competence, which implies the formation of special competencies decomposed into knowledge, abilities, and skills. This approach allowed formalizing the assessment process and proving the hypothesis about the influence of the selected conditions on the effectiveness of the formation of professional ICT-competence using statistical measurement (a chi-square test). Thus, the research allows considering the application of the problem-semiotic approach, modern IT-technologies, and exercises within the framework of STEM-education as effective conditions for the formation of professional ICT-competence when teaching programming to future computer science teachers and IT-experts.

REFERENCES

1. Government of the Russian Federation. (2017) *Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii № 1632-r ot 28 iyulya 2017 g. ob utverzhdenii programmy "Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii"* [Decree of the Government of the Russian Federation No. 1632-R of July 28, 2017 on Approval of the Program "Digital Economy of the Russian Federation"]. [Online] Available from: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>. (Accessed: 30.04.2019).
2. Shvartzburd, S.I. (1961) Our Experience With Ninth Graders Qualifying as Computer Programming Assistants. *Soviet Education*. 3. pp. 13–18.
3. Podnebesova, G.B. (2012) The System of Training Teachers of Computer Science. *Sovremennaya vysshaya shkola: innovatsionnyy aspekt – Contemporary Higher Education: Innovative Aspects*. 2. pp. 14–19. (In Russian).
4. Burmakina, V.F. & Falina, I.N. (2007) *IKT-kompetentnost' uchashchikhsya* [ICT-Competence of Students]. [Online] Available from: <http://www.sitos.mesi.ru/>. (Accessed: 04.08.2018).
5. Zakharova, I.G. (2003) *Informatsionnye tekhnologii v obrazovanii* [Information Technology in Education]. Moscow: Izdatel'skiy tsentr "Akademiya".
6. Podnebesova, G.B. (2012) [Formation of Professional ICT-Competence of Teaching Staff]. *Informatizatsiya obrazovaniya: istoriya, sostoyanie, perspektivy* [Education Informatization: History, Status, Prospects]. Proceedings of the International Conference. Omsk: Omsk State Pedagogical University. pp. 189–191. (In Russian).
7. Russian Federation. (2016) *Prikaz Mintruda Rossii ot 18.10.2013 № 544n (red. Ot 05.08.2016): Ob utverzhdenii professional'nogo standarta "Pedagog (pedagogicheskaya deyatel'nost' v sfere doshkol'nogo, nachal'nogo obshchego, osnovnogo obshchego, srednego obshchego obrazovaniya) (vospitatel', uchitel')"* [Order of the Ministry of Labor of Russia No. 544n of 18 August 2013 (As Amended on 05 August 2016): On the Approval of the Professional Standard "Teacher (Pedagogical Activity in the Field of Preschool, Primary General, Basic General, Secondary General Education) (Educator, Teacher)". [Online] Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155553/. (Accessed: 30.04.2019).
8. Ershov, A.P. (n.d.) *Programmirovaniye – vtoraya gramotnost'* [Programming: A Second Literacy]. [Online] Available from: http://ershov.iis.nsk.su/ru/second_literacy/article. (Accessed: 04.08.2018).
9. South Ural State Humanitarian and Pedagogical University. (2017) *Osnovnaya professional'naya obrazovatel'naya programma po napravleniyu 44.03.05 "Pedagogicheskoe obrazovanie"* [The Main Professional Educational Program in Direction 44.03.05 "Pedagogical Education"]. [Online] Available from: ftp://ftp.cspu.ru/upload/sveden/education/440305_PO_NO.Inf/N/OOP_44.03.05_PO_NO.Inf_O_30.08.17.pdf. (Accessed: 30.04.2019).
10. Gazeykina, A.I. (2012) Training Future Teacher of Computer Science in Programming. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii – Pedagogical Education in Russia*. 5. pp. 45–48. (In Russian).
11. Gladkikh, B.A. (2002) History, Modern State and Problems in Training Graduate Students on Computer Science in Tomsk State University. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 275. pp. 8–16. (In Russian).

12. Gorchakov, L.V., Stas', A.N. & Kartashov, D.V. (2017) Programming Training Using the Ejudge System. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – Tomsk State Pedagogical University Bulletin*. 9 (186). pp. 109–112. (In Russian). DOI: 10.23951/1609-624X-2017-9-109-112
13. Gafuanov, Ya.Yu. (2018) The Problem-Semiotic Approach to Teaching Programming. *Mir Nauki, Kul'tury, Obrazovaniya – The World of Science, Culture and Education*. 2. pp. 216–217. (In Russian).
14. Gafuanov, Ya.Yu. (2018) [Using the Flipped Classroom Method in Teaching Programming]. *Proceedings of the XX All-Russian Student Conference of Nizhnevartovsk State University*. Nizhnevartovsk: Nizhnevartovsk State University. (In Russian).
15. Gafuanov, Ya.Yu. (2018) [Implementation of STEM Concepts in Programming Teaching]. *Informatizatsiya obrazovaniya: problemy i perspektivy* [Education Informatization: Problems and Prospects]. Proceedings of the IV All-Russian Conference. Chelyabinsk: South Ural State Humanitarian and Pedagogical University.

Received: 17 May 2020