

ОЦЕНКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ И ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Гафуанов Я.Ю.¹, Поднебесова Г.Б.¹

¹ ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет», Челябинск, e-mail: immortalbeing13@gmail.com, galina.podnebesova@gmail.com

Статья посвящена вопросам оценки уровня сформированности компетенций в области программирования будущих учителей информатики и ИТ-специалистов. Проанализированы соответствующие направления подготовки и профессиональные стандарты, выявлены основные противоречия существующей системы подготовки будущих учителей информатики и ИТ-специалистов. Представлен способ организации эффективного обучения программированию на основе проблемно-семиотического подхода. Обосновано применение методики «перевернутых классов», в соответствии с которой студенты просматривают видеозаписи с процессом работы профессиональных программистов, решающих некоторую профессиональную задачу. Это помогает раскрыть студентам реальный процесс разработки программного обеспечения. Затрагиваются вопросы применения системы упражнений для отработки навыков программирования в рамках направления STEM. Произведена декомпозиция общепрофессиональных компетенций в области программирования на знания, умения и владение, приведены индикаторы уровней сформированности этих компетенций. В статье также рассмотрены результаты эксперимента по внедрению описанной методики обучения программированию на базе кафедры информатики, информационных технологий и методики обучения информатике Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. В качестве подтверждения эффективности применяемых методов была исследована степень связи между рейтингами лабораторных работ/индивидуальных заданий и итогового проекта для студентов экспериментальной группы. Исследование проводилось с помощью расчёта коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

Ключевые слова: ИТ, информатика, компьютерные науки, обучение программированию, «перевернутые классы», проблемно-семиотический подход, STEM-образование, общепрофессиональные компетенции в области программирования.

EVALUATION OF THE COMPETENCIES FORMATION LEVEL FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHERS AND IT-SPECIALISTS IN PROGRAMMING

Gafuanov Ya.Yu.¹, Podnebesova G.B.¹

¹ FGBOU VO «Chelyabinsk State Humanitarian and Pedagogical University», Chelyabinsk, e-mail: immortalbeing13@gmail.com, galina.podnebesova@gmail.com

The article is devoted to the issues in evaluation of the competency's formation level in programming for future computer science teachers and IT-specialists. The relevant training areas and professional standards are analyzed, the main contradictions of the existing training system for future computer science teachers and IT-specialists are identified. A method for organizing effective teaching of programming on the basis of a problem-semiotic approach is presented. The application of the method of «flipped-classrooms» is justified. Within this method students watching video recordings, which contain the work of professional programmers solving some specific problem. This helps to disclose to students the real process of software development. The questions of using the system of exercises for training programming skills within under the STEM-education are discussed. The decomposition of general professional competencies in the field of programming into knowledge, skills and possession is made, indicators of the levels of formation of these competencies are given. The article also presents the results of an experiment on the introduction of the described teaching programming method on the basis of the Department of Informatics, Information Technologies and Methods of Teaching Informatics of the South Ural State Humanitarian and Pedagogical University. To confirm the effectiveness of the applied methods, the relation between the ratings of laboratory/individual assignments and the final project for students of the experimental group was investigated. The study was carried out using the calculation of the Spearman's rank correlation coefficient.

Keywords: IT, informatics, computer science, teaching programming, «flipped-classrooms», problem-semiotic approach, STEM-education, general professional competencies in programming.

Современные тенденции таковы, что успешность работы отдельных специалистов и их групп напрямую зависит от того, с какой эффективностью они принимают, передают и обрабатывают информацию. Данное явление актуально для большинства сфер профессиональной деятельности человека: промышленности, торговли, медицины, военного дела и др. Однако в настоящее время количество информации, с которой приходится иметь дело ежедневно, очень велико, что делает затруднительным её использование. Возникает необходимость в применении специализированных средств – компьютеров и вычислительных сетей, на основе которых стал строиться процесс так называемой информатизации общества. Целью данного процесса является удовлетворение информационных потребностей и создание комфортных условий работы с информацией как для организаций, так и для каждого человека в отдельности.

Внедрение и использование достижений информационных технологий открывает широкие возможности для совершенствования всех аспектов человеческой жизнедеятельности. Исключением не является область образования. В течение последних лет информатизация неизменно рассматривается в качестве приоритетной задачи развития системы образования Российской Федерации, что подтверждается в большинстве документов правительства, посвящённых вопросам эволюции как образования, так и страны в целом. Например, «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» определяет в качестве одной из приоритетных задач расширение использования информационных и телекоммуникационных технологий для развития новых форм и методов обучения, в том числе дистанционного образования и медиаобразования, а также создание системы непрерывной профессиональной подготовки в области информационно-коммуникационных технологий [1]. Однако процесс информатизации, во многом выдвигаемый на передний план, протекает неравномерно. Причиной этого является недостаточная готовность существующей образовательной инфраструктуры к выполнению планов по её информатизации [2, с. 100]. Для решения существующих проблем и устранения порождённых противоречий целесообразно повысить уровень подготовки учителей информатики в области программирования, т.к. их профессиональные обязанности существенно расширяются с внедрением новых образовательных концепций и включают не только обучение дисциплинам «Информатика», «Информационные технологии» (и др.), а также применению компьютеров в учёбе и повседневной жизни, но и:

- 1) организацию информационной среды образовательного учреждения;
- 2) мотивацию к внедрению ИКТ в процесс обучения и воспитания;
- 3) наставничество в системах дистанционного обучения (педагог-тьютор);

4) консультирование в онлайн-сообществах.

Помимо комплекса мероприятий, проводимых в рамках проекта информатизации системы образования Российской Федерации, в 2017 году правительством при поддержке успешных российских высокотехнологических компаний была разработана и утверждена программа по созданию условий для перехода страны к цифровой экономике. По данным официального сайта программы, «Цифровая экономика Российской Федерации» – это платформа, на которой создаётся новая модель взаимодействия между бизнесом, властью, экспертным и научным сообществами для повышения конкурентоспособности России на глобальном уровне [3]. В своей совокупности программы по информатизации образования и переходу к цифровой экономике ставят перед существующей системой образования задачу постоянной подготовки специалистов высшего уровня в области информационных технологий (IT-специалистов), обучение которых невозможно без участия высококвалифицированных учителей Информатики. В связи с этим одной из важнейших и основополагающих учебных дисциплин становится программирование.

Проблема обучения программированию существует довольно долгое время. В середине двадцатого века началась стремительная автоматизация и механизация производственной сферы, что спровоцировало острый дефицит операторов персональных компьютеров [4, с. 13]. На сегодняшний день подготовка программистов расценивается как серьёзный вызов, диктуемый потребностями индустрии IT, не первый год испытывающей недостаток специалистов с необходимым уровнем знаний, навыков и опыта. Проблема заключается в том, что срок жизненного цикла большинства технологий становится всё более приближен к длительности периода обучения, т.е. на момент выпуска из учебного заведения полученные в нём знания и навыки могут быть заведомо устаревшими или стать таковыми в ближайшее время. Таким образом, система подготовки специалистов в области информационных технологий должна постоянно реформироваться с точки зрения обновления образовательных программ и внедрения инновационных подходов к обучению в соответствии с изменениями, происходящими в IT-сфере [5, с. 14]. Овладение программированием, в свою очередь, должно бесспорно являться важнейшим направлением в подготовке как будущих IT-специалистов, так и учителей информатики. Для учителей данный тезис подтверждается их профессиональным стандартом, в котором в качестве важнейшего элемента компетентности приводится следующее: «Конструирование виртуальных и реальных устройств с цифровым управлением (технология, информатика)» [6]. Очевидно, что проектирование и разработка устройств такого рода невозможна без навыков программирования.

В рамках перехода на новый федеральный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВО 3++) необходимо принимать во внимание изменения в отношении будущей профессиональной деятельности выпускника. В этом смысле стандарты предыдущего поколения (ФГОС ВО 3+) содержали в себе характеристику профессиональной деятельности, включая задачи профессиональной деятельности и профессиональные компетенции, а ориентация на профессиональные стандарты носила рекомендательный характер. В свою очередь, ФГОС ВО 3++ в части подготовки выпускника к будущей профессиональной деятельности полностью ориентирован на профессиональные стандарты. Согласно новому стандарту высшего профессионального образования уровень сформированности общепрофессиональных и профессиональных компетенций является основным критерием получения образовательного результата, а также основной характеристикой способности выпускника выполнять в будущем свои профессиональные задачи [7]. Тогда становится очевидной необходимость выделения среди всех видов компетенций, определяемых как для будущих IT-специалистов (09.03.02 Информационные системы и технологии, профиль Информационные технологии в образовании), так и для учителей информатики (44.03.05 Педагогическое образование, один из профилей Информатика), соответствующей совокупности знаний, умений и ценностно-смыслового отношения – компетенций в области программирования. Следует отметить, что высокий уровень овладения данным видом компетенций для будущих учителей будет в немалой степени предопределять уровень подготовки обучающихся по информатике.

Анализ ФГОС ВО по направлениям подготовки учителей информатики и IT-специалистов позволяет сделать вывод о том, что выпускники обязаны обладать знаниями, умениями и практическим опытом в области объектно-ориентированного, логического и web-программирования, а также выявить ключевые общепрофессиональные компетенции в области программирования. К ним относятся:

- 1) ОПК-6: способность разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в области информационных систем и технологий;
- 2) ОПК-7: способность осуществлять выбор платформ и инструментальных программно-аппаратных средств для реализации информационных систем;
- 3) ОПК-8: способность применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем [8; 9].

Таким образом, перед программой обучения специалистов в области информационных технологий ставятся две основные задачи:

- 1) внедрение современных образовательных технологий, позволяющих создать необходимые условия для формирования выделенных компетенций;

2) проведение объективной комплексной оценки уровня сформированности этих компетенций.

Следует отметить, что преследование цели формирования одних и тех же общепрофессиональных компетенций в области программирования у обучающихся по двум различным направлениям подготовки (09.03.02 Информационные системы и технологии, профиль Информационные технологии в образовании, и 44.03.05 Педагогическое образование, профиль Информатика), а также использование одинаковых критериев и показателей для оценки их сформированности является правомерным, поскольку определяемые данными компетенциями знания, умения и владение являются необходимыми для осуществления будущей профессиональной деятельности как для IT-специалистов, так и для учителей информатики.

Анализ результатов исследований, проводимых крупнейшими рекрутинговыми агентствами России с целью выявить источники и пути устранения проблемы дефицита кадров IT-отрасли, приводит к выводу о необходимости пересмотра образовательных программ высших учебных заведений [10; 11]. Причинами этого являются несоответствия в содержании обучения с потребностями рынка труда (в том числе ввиду стремительного развития сферы информационных технологий и отсутствия необходимого темпа адаптации в образовательной среде). Таким образом, появляется возможность сформулировать основные противоречия, являющиеся источником нехватки квалифицированных IT-специалистов:

1) отсутствие необходимого уровня подготовки к выполнению выпускниками трудовых действий, регламентируемых соответствующими профессиональными стандартами;

2) невозможность постоянного обновления учебных программ для одновременного соответствия непрерывно меняющимся трендам в сфере IT и действующим образовательным стандартам.

Таким образом, созданию условий для формирования компетенций в области программирования будет способствовать деятельность, направленная на разрешение данных противоречий. И одним из направлений этой деятельности является выбор оптимального научного подхода, на котором будет базироваться методика обучения программированию. В настоящее время активно применяются такие подходы, как системный, деятельностный, когнитивный, проблемный, семиотический и др. Положения каждого из перечисленных подходов частично или полностью находят своё отражение при построении учебного процесса, однако проблемный и семиотический подходы в силу ряда причин могут быть признаны основополагающими [12]. Первый из них содержит в себе полноправную практическую составляющую, так как заключается в необходимости разрешения некоторой

общей проблемы, чем и является задача создания программного продукта. Также присутствует творческая составляющая, состоящая в поиске оптимального пути решения поставленной задачи. Применение семиотического подхода продиктовано знаковой природой языков программирования. Безусловно, без знания синтаксиса языка программирования не получится написать даже простейшую программу, однако само по себе запоминание языковых конструкций не может гарантировать успешность в написании программ. Важнейшим фактором в этой ситуации выступает понимание семантики языка программирования, то есть выявление смыслового значения его конструкций. Сильнейшим подспорьем для этого является применение проблемно-семиотического подхода. Данный подход ориентирован на развитие у обучающихся специальных знаково-символических действий (замещение, кодирование, схематизация и моделирование) и умения выделять алгоритмические структуры из рассуждений в формулировках задач (детализировать процесс перевода алгоритма решения с естественного языка на формальный язык программирования и выделять его подэтапы).

Вторым направлением деятельности по разрешению выявленных в обучении программированию противоречий является наглядная демонстрация процесса создания программного продукта непосредственно в учебном курсе. Традиционные обучающие материалы (учебники, слайд-презентации, конспекты лекций и др.) не решают данную задачу, так как не передают динамику этого процесса и подходят для представления только промежуточных шагов и готовых решений. Лучше всего ход создания программного продукта может быть представлен с помощью видеозаписей, полученных с помощью захвата экрана профессионального программиста в ходе решения некоторой рабочей задачи [13]. Во время просмотра обучающиеся могут наблюдать, как специалист перебирает возможные варианты решения задачи и выбирает наиболее эффективный из них, пользуется онлайн-документацией, отлаживает и оптимизирует программный код. Видеозаписи такого рода являются, помимо всего прочего, отличным мотивирующим фактором для студентов, так как в полной мере отражают сложность и многогранность процесса разработки программного продукта, а также тот факт, что опытные программисты тоже допускают ошибки, а вовсе не создают в одночасье идеальное программное решение.

Третьим направлением в переосмыслении традиционных подходов к обучению программированию является ориентация на современные тренды технического образования. Одним из таковых в настоящее время является STEM – образовательное направление, базирующееся на обучении четырём фундаментальным дисциплинам и опирающееся на междисциплинарный и прикладной подход: науку, технологии, инженерное дело и математику. Важнейшим отличием STEM от традиционных подходов к обучению является

интегрированная обучающая среда, основная задача которой заключается в демонстрации обучающимся применения науки в повседневной жизни, развитии системного критического мышления и решении практически значимых задач. При анализе инновационных подходов к обучению в рамках STEM становится возможным проследить их согласование с основными направлениями подходов к обучению программированию на продвинутом уровне, а именно: акцент на активном (эмпирическом) обучении, развитии аналитического мышления и навыка командной работы, а также на решении прикладных задач при подготовке будущих специалистов по разработке программного обеспечения (ПО). Обучение программированию позволяет в полной мере задействовать каждую категорию STEM [14]. Любое обучение (в частности, обучение программированию) базируется на некоторой методике, которая, в свою очередь, основана на научном подходе («Наука»). При обучении программированию в качестве такового может выступать описанный ранее проблемно-семиотический подход. При формировании содержания обучения необходимо уделить должное внимание освоению современных технологий разработки программного обеспечения («Технология»). Сюда могут входить новые языки программирования и их библиотеки (фреймворки), новые подходы к проектированию, разработке и тестированию программных продуктов и др. Для усвоения синтаксиса и понимания семантики языка программирования возможно решение задач на реализацию математических моделей физических процессов. Более того, будущему программисту не обойтись без знаний в области математики при оценке сложности алгоритмов и способов их оптимизации («Математика»). Наконец, профессиональная разработка программного обеспечения уже сама по себе является инженерной деятельностью (профессия инженер-программист, «Инженерное дело»).

Материал и методы исследования

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 Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. Для подтверждения эффективности применения описанных принципов обучения программированию было необходимо произвести оценку результатов обучения для соответствующих категорий обучающихся (будущих IT-специалистов или учителей информатики). Под результатами обучения понимаются соответствующие дисциплине знания, умения и навыки, характеризующие уровень сформированности выявленных общепрофессиональных компетенций в области программирования. Достижение обучающимися запланированных

результатов обучения по всей программе обучения должно свидетельствовать о необходимом уровне развития обозначенных компетенций. Таким образом, в рамках реализации соответствующей системы оценки обучения возможно применить подход, при котором основным критерием измерения служат индикаторы продвижения на более высокие уровни развития знаний, умений и владения (табл. 1). При этом каждый следующий уровень включает в себя индикаторы всех предыдущих уровней.

Таблица 1

Индикаторы уровней развития общепрофессиональных компетенций

Компетенция	Знания, умения, владение	Индикаторы (уровень I)	Индикаторы (уровень II)	Индикаторы (уровень III)
ОПК-6: способность разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в области информационных систем и технологий	Знать основы функционального и объектно-ориентированного подхода к программированию, основные приёмы работы в системе программирования	Использование IDE в качестве простого редактора текста Отсутствует способность сформулировать определения функционального и объектно-ориентированного подхода	Использование основных функций IDE с помощью меню Способность сформулировать определения функционального и объектно-ориентированного подхода	Эффективное использование возможностей IDE (плагины, макросы, горячие клавиши, тонкая настройка через файлы конфигурации и т.д.) Чёткое формулирование особенностей функционального и объектно-ориентированного подхода
	Уметь проводить декомпозицию задачи и осуществлять разработку алгоритмов для её решения на языках высокого уровня, следуя определённым стандартам	Программирование «по строкам», разбиение кода на логические фрагменты отсутствует Отсутствует тенденция к единообразному оформлению кода	Потенциально повторяющиеся фрагменты кода вынесены в отдельные функции, допускаются незначительные нарушения в их логической связи Написанный код имеет единообразное оформление	Чёткая логическая структура программы (описаны многократно используемые объекты/функции для решения общих задач программы) Оформление кода приближено к общепринятому стандарту для используемого

				языка программирования (или основанных на нём библиотек)
	Владеть методами написания отказоустойчивого кода	Написанная программа работает только при идеальных условиях, защита от сбоев отсутствует	Используемые данные проходят проверку валидности Обрабатываются возможные ошибки	Вводимые пользователем данные проходят проверку безопасности Обрабатываются исключительные ситуации, после которых программа продолжает корректно работать
ОПК-7: способность осуществлять выбор платформ и инструментальных программно-аппаратных средств для реализации информационных систем	Знать принципы выбора и оценивания способов реализации информационных систем и обеспечения (аппаратного и программного) для решения поставленной задачи	Отсутствует способность формулировать основные критерии для выбора программно-аппаратных средств разработки программы	Способность обосновывать выбор платформы, наилучшим образом подходящей для решения поставленной задачи, а также называть необходимое для этого программное обеспечение	Способность формулировать основные критерии и обосновать выбор оптимального инструментария для разработки программы, обеспечив также необходимые ресурсы для стабильного и эффективного функционирования системы
	Уметь устанавливать, настраивать и применять инструментальные средства при решении практических задач	Самостоятельная установка инструментальных средств, обеспечивающих корректную работу системы при её разработке	Самостоятельная установка и общая настройка инструментальных средств, обеспечивающих корректную работу системы и удобство при её разработке	Самостоятельная установка и тонкая настройка основных и вспомогательных инструментальных средств, наиболее точно соответствующих системным

				требованиям ИС как при разработке, так и при дальнейшем функционировании
	Владеть навыками практической деятельности по адаптации программно-аппаратных средств к изменению условий функционирования ИС	Способность производить разработку и поддержку системы с помощью инструментальных средств только в соответствии с неизменяемыми условиями функционирования	Способность произвести изменения в настройках программных средств для их адаптации к изменившимся условиям функционирования системы	Способность произвести обновление и тонкую настройку программных и аппаратных средств для обеспечения стабильной и эффективной работы системы при проведении доработок её функционала
ОПК-8: способность применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем	Знать формальные методы и модели описания структуры ИС, а также особенности реализации ИС в различных предметных областях	Способность формулировать определение жизненного цикла (ЖЦ) ПО, называть основные модели жизненного цикла ПО	Способность описывать структуру ЖЦ ПО и раскрывать особенности его основных моделей Называть основные методологии разработки ПО	Называть определения и описывать особенности основных методологий разработки ПО Аргументировать выбор методологии разработки системы на основе требований спецификации и особенностей предметной области
	Уметь структурировать и анализировать состав и функции ИС, проводить системный анализ прикладной области с целью	Декомпозиция системы не прослеживается Отсутствует организация кода с помощью разделения на файлы	Способность произвести декомпозицию системы для реализации в рамках одной платформы Организация кода с помощью отдельных	Способность произвести декомпозицию системы для реализации в рамках нескольких технологий или платформ Структура

	оптимального выбора и организации архитектуры системы		файлов, логически сгруппированных в подкаталоги с соответствующим названием	файлов системы соответствует логической иерархии и организации кода в проекте
	Владеть средствами разработки структуры и функционала ИС	Способность понимать и составлять алгоритм решения задачи в виде блок-схемы Отсутствует способность к составлению структурных и функциональных моделей системы на проектном уровне	Способность выбрать средства проектирования структуры и функционала ИС Способность составить функциональный прототип системы Функциональный проект системы строго ориентирован на спецификацию	Способность выбрать средства проектирования структуры и функционала ИС, соответствующие особенностям предметной области Способность составить структурный и функциональный прототип системы, используя выбранные средства проектирования При проектировании системы проясняются аспекты, не рассмотренные в спецификации, а также на основе личного опыта предлагаются дополнительные аспекты

Наличие индикаторов третьего уровня для знаний, умений и владений может свидетельствовать о необходимом уровне сформированности общепрофессиональных компетенций в области программирования, следовательно, студенты, достигшие результатов

обучения, должны быть способны выполнять трудовые функции (табл. 2), регламентируемые соответствующим профессиональным стандартом (рассмотрение на примере обобщённой трудовой функции «Разработка и отладка программного кода», код А, уровень квалификации 3) [15].

Таблица 2

Уровни выполнения трудовой функции «Разработка и отладка программного кода»

Уровень I	Уровень II	Уровень III
<p>Знание синтаксиса выбранного языка программирования</p> <p>Знание и применение алгоритмов при решении типовых задач</p> <p>Создание программного кода для решения задачи на выбранном языке программирования</p> <p>Анализ и проверка исходного программного кода</p>	<p>Знание особенностей выбранного языка программирования</p> <p>Алгоритмизация и решение поставленной задачи</p> <p>Оптимизация программного кода</p> <p>Структурирование и форматирование исходного программного кода в соответствии с принятыми стандартами</p> <p>Отладка программного кода на уровне программных модулей</p> <p>Интерпретация сообщений об ошибках, отладка программного кода на уровне программных модулей</p> <p>Соблюдение сроков выполнения задач</p>	<p>Знание библиотек выбранного языка программирования</p> <p>Формализация и алгоритмизация поставленной задачи, разработка алгоритма её решения в соответствии с требованиями спецификации</p> <p>Знание и применение алгоритмов в соответствующих областях</p> <p>Применение специализированных средств при оптимизации программного кода</p> <p>Приведение наименований (переменных, функций, классов, структур данных и файлов), комментирование и разметка исходного программного кода в соответствии с принятыми стандартами</p> <p>Интерпретация сообщений об ошибках, предупреждений, записей технологических журналов, отладка программного кода на уровне межмодульных взаимодействий и взаимодействий с окружением</p> <p>Оценка и согласование сроков выполнения задач</p>

Результаты исследования и их обсуждение

Для подтверждения эффективности применяемых методик обучения программированию был произведён расчёт коэффициента корреляции рангов, предложенный К. Спирменом. С помощью данного статистического метода исследовалась степень связи между рейтинговыми оценками, полученными обучающимися экспериментальной группы за выполнение лабораторных работ и индивидуальных заданий (построенных в соответствии с описанными принципами обучения программированию), а также за выполнение итогового проекта (табл. 3).

Таблица 3

Исходные данные для расчётов

№ обучающегося	Рейтинг практических работ и индивидуальных заданий, %	Рейтинг итогового проекта, %
1	84	70,8
2	91	87
3	76	77,7
4	80	85,4
5	86	86,1
6	83	79,4
7	84	74,3
8	100	96
9	90	91,9
10	87	83,4
11	74	70,3
12	93	96,3
13	96	93,9
14	81	88,1
15	97	97,5
16	76	81,4
17	84	83,8
18	87	87,4
19	92	88
20	87	80,3

Выполнение итогового проекта заключалось в разработке веб-портала с типовым функционалом по индивидуальной тематике. Основной задачей данной работы являлось выявление уровня овладения практическими навыками программирования каждого отдельного студента, а, следовательно, их готовности к будущей профессиональной деятельности программистов. При этом акцент делался на проявленные при разработке уровни развития знаний, умений и владения для соответствующих общепрофессиональных компетенций. Промежуточные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4

Промежуточные данные для расчёта коэффициента ранговой корреляции Спирмена

№	Итоговый рейтинг, %	Рейтинг итогового проекта, %	x_i	y_i	d	d^2
8	100	96	1,00	3,00	-2,00	4,00
15	97	97,5	2,00	1,00	1,00	1,00
13	96	93,9	3,00	4,00	-1,00	1,00
12	93	96,3	4,00	2,00	2,00	4,00
19	92	88	5,00	7,00	-2,00	4,00
2	91	87	6,00	9,00	-3,00	9,00
9	90	91,9	7,00	5,00	2,00	4,00
10	87	83,4	9,00	13,00	-4,00	16,00
18	87	87,4	9,00	8,00	1,00	1,00
20	87	80,3	9,00	15,00	-6,00	36,00
5	86	86,1	11,00	10,00	1,00	1,00
1	84	70,8	13,00	19,00	-6,00	36,00
7	84	74,3	13,00	18,00	-5,00	25,00
17	84	83,8	13,00	12,00	1,00	1,00
6	83	79,4	15,00	16,00	-1,00	1,00
14	81	88,1	16,00	6,00	10,00	100,00
4	80	85,4	17,00	11,00	6,00	36,00
3	76	77,7	18,50	17,00	1,50	2,25
16	76	81,4	18,50	14,00	4,50	20,25
11	74	70,3	20,00	20,00	0,00	0,00
						302,50

Основываясь на представленных данных, вычислим значение коэффициента ранговой корреляции Спирмена (P), учитывая поправку на одинаковые ранги (D) во втором столбце:

$$P = 1 - \frac{6 \sum d^2 + D}{n(n^2 - 1)}$$

$$D = \frac{(3^3 - 3) + (3^3 - 3) + (2^3 - 2)}{20} = 2,7$$

$$P = 1 - \frac{6 * 302,5 + 2,7}{20(20^2 - 1)} \approx 0,772$$

Для вычисления уровня значимости обратимся к таблице, в которой приведены критические значения для коэффициентов ранговой корреляции. Для числа испытуемых $n = 20$ найдём $r_{кр1}$ и $r_{кр2}$:

$$r_{кр1} = 0,45 \text{ (для } P \leq 0,05)$$

$$r_{кр2} = 0,57 \text{ (для } P \leq 0,01)$$

Полученный коэффициент корреляции $P \approx 0,772$ превышает критическое значение для уровня значимости в 1%. Это означает, что мы вынуждены отклонить нулевую гипотезу о сходстве и принять альтернативную гипотезу о наличии различий, которая говорит о том, что связь между исследуемыми показателями отлична от нуля. Поэтому можно утверждать, что исследуемые ранговые показатели связаны положительной корреляционной зависимостью, следовательно, чем выше у студента рейтинговый показатель практических работ и индивидуальных заданий, тем выше его уровни развития общепрофессиональных компетенций в области программирования.

Заключение

Таким образом, эффективность описанной методики обучения программированию подтверждается результатами проведённой исследовательской работы. Применение положений проблемно-семиотического подхода, а также использование технологии «перевернутых классов» и системы упражнений, согласованной с дисциплинами STEM, действительно способствует развитию общепрофессиональных компетенций в области программирования у будущих IT-специалистов и учителей информатики, следовательно, позволяет более плодотворно подготовить их к последующей профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527/ (дата обращения: 04.12.2019).

2. Бородина Н.А., Богданова И.Б. Особенности осуществления государственной политики в области информатизации образования в современной России // Научный журнал «Инженерный вестник Дона». 2012. № 1. С. 100-106.
3. Распоряжение правительства Российской Федерации № 1632-р от 28 июля 2017 г. об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 04.12.2019).
4. Shvartzburd S.I. Our Experience With Ninth Graders Qualifying as Computer Programming Assistants. Soviet Education. 1961. Vol. 3. P. 13-18.
5. Поднебесова Г.Б. Система профессиональной подготовки будущих учителей информатики // Современная высшая школа: инновационный аспект. 2012. № 2. С. 14-19.
6. Приказ Минтруда России от 18.10.2013 N 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)» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155553/ (дата обращения: 04.12.2019).
7. Игошин В.И., Филипченко С.Н., Тернова Л.Н., Крылатова Я.Г. Система оценки уровня сформированности компетенций и результатов обучения. М., 2014. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sgu.ru/sites/default/files/documents/2014/sistema_ocenki_urovnya_sformirovannosti_kompetenciy._metodicheskie_rekomendacii.doc (дата обращения: 04.12.2019).
8. Приказ Минобрнауки России № 926 от 19.09.2017 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090302_B_3_17102017.pdf (дата обращения: 04.12.2019).
9. Приказ Минобрнауки России № 125 от 22.02.2018 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/440305_B_3_16032018.pdf (дата обращения: 04.12.2019).
10. Симакина А. Дефицит кадров: как ИТ-разработчики решают вечную проблему // Информационно-аналитическое агентство «Телеком-Дэйли». 2018. [Электронный ресурс].

URL: <http://tdaily.ru/news/2018/11/22/deficit-kadrov-kak-it-razrabotchiki-reshayut-vechnuyu-problemu> (дата обращения: 04.12.2019).

11. За дефицитом ИТ-специалистов может последовать нехватка рабочих // Тематическое приложение к ежедневной деловой газете РБК. 2019. № 35. [Электронный ресурс]. URL: <https://plus.rbc.ru/news/5c9827ad7a8aa92a5dea09a6> (дата обращения: 04.12.2019).

12. Гафуанов Я.Ю. Использование метода перевёрнутых классов при обучении программированию // XX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета: сборник статей. Нижневартковск: изд-во НВГУ, 2018. [Электронный ресурс]. URL: http://konference.nvsu.ru/konffiles/331/XX%20stud%20conf%20NVSU_2018_Ch%202_Inform.%20tech.,%20mathem.pdf (дата обращения: 04.12.2019).

13. Гафуанов Я.Ю. Проблемно-семиотический подход при обучении программированию // Мир Науки, Культуры, Образования. Горно-Алтайск: МНКО, 2018. № 1. [Электронный ресурс]. URL: http://amnko.ru/index.php/download_file/view/747/82/ (дата обращения: 04.12.2019).

14. Гафуанов Я.Ю. Реализация концепций STEM в преподавании программирования // «Информатизация образования: проблемы и перспективы»: сборник научных статей IV Всероссийской науч.-практич. интернет-конференции, посвященной памяти Д. Ш. Матроса. Челябинск: изд-во ЮУрГГПУ, 2018. [Электронный ресурс]. URL: <http://elib.cspu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/4479/Информатизация%20образования%20макет.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 04.12.2019).

15. Приказ Минтруда России от 18.11.2013 N 679н (ред. от 12.12.2016) «Об утверждении профессионального стандарта «Программист» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157085/ (дата обращения: 04.12.2019).