

ЦИФРОВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ УЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ: АНАЛИЗ ОПРОСА РАБОТОДАТЕЛЕЙ

**DIGITAL COMPETENCIES OF A TEACHER OF MATHEMATICS AND
COMPUTER SCIENCE: ANALYSIS OF A SURVEY OF EMPLOYERS**

Лилиана Рафиковна Шакирова Liliana Rafikovna Shakirova

доктор педагогических наук, профессор

Liliana008@mail.ru

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет», Казань, Россия

FSAEI HE «Kazan (Volga Region) Federal
University», Kazan, Russia

Марина Викторовна Фалилеева Marina Viktorovna Falileeva

Кандидат педагогических наук

ffmmww@yandex.ru

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) фе-
деральный университет», Казань, Россия

FSAEI HE «Kazan (Volga Region) Federal
University», Kazan, Russia

***Аннотация.** Для изучения потребностей
потенциальных работодателей
в профессиональных компетенциях учителя
математики и информатики по применению
цифровых технологий в профессиональной
деятельности, а также предъявляемых
к нему квалификационных требований
проведен опрос директоров, заместителей
директоров, учителей математики
и информатики городских и сельских школ
Республики Татарстан и других регионов
Российской Федерации. Приведен анализ
опроса, который позволил выделить
необходимые будущему учителю цифровые
компетенции и определить перечень
дисциплин и технологий для их
формирования.*

***Abstract.** To study the needs of potential
employers in the professional competencies of a
teacher of mathematics and computer science in
the use of digital technologies in professional
activities, as well as the qualification
requirements for him, a survey was conducted
of directors, deputy directors, teachers of
mathematics and computer science in urban
and rural schools of the Republic of Tatarstan
and other regions of the Russian Federation.
The article provides an analysis of the survey,
which made it possible to identify the digital
competencies necessary for the future teacher
and determine the list of disciplines and
technologies for their formation.*

Ключевые слова: цифровая компетенция, образовательная программа, учитель математики и информатики, цифровая технология, сквозная цифровая технология. **Keywords:** digital competence, educational program, teacher of mathematics and computer science, digital technology, end-to-end digital technology.

В условиях цифровой экономики, когда происходит внедрение цифровых технологий в различные сферы жизни, предъявляются особые требования к формированию цифровых компетенций будущего специалиста. Проблема формирования профессиональных компетенций выпускника по применению цифровых технологий в приоритетных отраслях экономики является важной для высшей школы в рамках выполнения программы «Кадры для цифровой экономики» [1]. Особое внимание в настоящее время уделяется подготовке высококвалифицированных педагогических кадров в области математики, информатики и информационных технологий (ИТ), востребованных в условиях цифровой экономики.

Для подготовки компетентных и конкурентоспособных учителей математики, информатики и информационных технологий, владеющих цифровыми компетенциями, требуется актуализация существующих образовательных программ. В Казанском федеральном университете (КФУ) в 2021 г. разработана новая основная профессиональная образовательная программа (далее – образовательная программа) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, профиль «Математика, информатика и информационные технологии» (далее – программа бакалавриата) в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее – ФГОС ВО), на основе профессиональных стандартов. При разработке образовательной программы необходимо было учесть потребности рынка труда. Проведению и анализу результатов опроса потребностей потенциальных работодателей в профессиональных компетенциях учителей математики и информатики по применению цифровых технологий в приоритетных отраслях экономики, а также предъявляемых к ним квалификационных требований в перспективе на 5 лет посвящена данная статья.

Для разных категорий респондентов было разработано два вида опроса, направленных на изучение мнения следующих групп :

1) директора и завучи средних общеобразовательных учреждений (исследование условий для цифровизации общеобразовательных учреждений, уровня сформированности цифровых компетенций учительского состава, потребностей в учителях математики и информатики в школах и пр.);

2) учителя математики и информатики (выявление мнения о необходимости и возможностях формирования у них цифровых компетенций).

В опросе, проведенном в мае 2021 г., приняли участие 927 респондентов, из них 285 руководителей школ и 642 учителя математики и информатики. В Республике Татарстан всего было охвачено опросом 274 школы, среди них 102 городские. В Казани в данном опросе участвовали 54 школы. Кроме этого, в опросе участвовала 21 школа из Башкортостана и Удмуртии.

Рассмотрим итоги опроса руководящего состава школ (285 респондентов представляют 215 общеобразовательных учреждений, благодаря которым были выделены

и отдельно проанализированы потребности крупных школ). К крупным школам отнесены те учебные заведения, в которых общее число ставок педагогического состава более 50. Всего таких школ 46. Средняя нагрузка учителя математики или информатики составляет 1,2 ставки вне зависимости от численности организации, в крупных организациях — 1,4 ставки. По итогам опроса наблюдается дефицит учителей математики и информатики в количестве 149 штатных единиц, из них в крупных организациях требуется 61 учитель.

Обратимся к вопросу о наличии интерактивного и компьютерного оборудования, которое учителя могут использовать в обучении. По мнению администрации образовательных учреждений, только 14 % оборудования соответствует необходимым требованиям, 81 % респондентов отмечают наличие устаревшего оборудования. При этом руководители образовательных учреждений указывают на активное использование учителями данного оборудования. Однако результаты опроса самих учителей продемонстрировали несколько иную картину, о чем речь пойдет ниже.

На вопрос о том, к выполнению каких видов деятельности готовы учителя математики и информатики, директора и завучи отметили как самые значимые следующие: «Проектирование и реализация уроков в соответствии с ФГОС ООО и СО» (140 ответов); «Организация и сопровождение проектной и исследовательской деятельности учащихся» (106); «Реализация программ профильной подготовки по математике» (106); «Готовность использовать в образовательной деятельности цифровые средства, позволяющие повысить ее эффективность» (100); «Готовность вести кружок по робототехнике» (70 ответов) и др.

Также изучался вопрос о возможности реализации робототехники в образовательных учреждениях с точки зрения администрации школ. Лишь в 17 % учреждений имеется компетентный преподаватель в области образовательной робототехники; 22 % руководителей заявили об имеющемся оборудовании или готовности его закупить, отметив при этом отсутствие необходимых кадров; 61 % респондентов не видят никакой возможности организации обучения робототехнике учащихся в своих образовательных учреждениях. По данным результатам можно сделать прогноз, что несмотря на подготовку будущих учителей математики и информатики в области образовательной робототехники, в их будущей профессиональной деятельности она может не найти своей реализации. Отметим, что, на наш взгляд, следует развивать систему государственных инновационных образовательных площадок в районах и городах, чтобы любой школьник мог в рамках уроков получить азы робототехники и по желанию совершенствовать эти умения в дальнейшем.

Далее проанализируем результаты опроса учителей математики и информатики: из 642 респондентов 405 работают учителями математики, 132 — учителями информатики, 105 — одновременно учителями математики и информатики. Учителей, работающих в крупных школах, где учатся более 1000 учащихся, более 25 %.

Чтобы оценить возможности учителей по развитию новых цифровых компетенций, необходимо принять во внимание существующую нагрузку современного учителя. Так, 30 % учителей математики крупных общеобразовательных учреждений имеют 1,75 ставки и более, 26 % респондентов работают по тем или иным причинам на 1,5 ставки, что позволяет констатировать, что при высоком уровне занятости на работе учителям достаточно сложно ставить себе цели по достижению новых компетенций, в частности, цифровых. Та-

ким образом, более половины учителей математики и информатики крупных образовательных учреждений (56 % респондентов) имеют высокий уровень занятости.

В общеобразовательных учреждениях, где менее 1000 обучающихся, на 1,5 ставки и более работают 34 % учителей математики и информатики, что практически в 2 раза меньше, чем в более крупных учреждениях.

Обратимся к вопросу о наличии интерактивного и компьютерного оборудования, которое учителя могут использовать в обучении. В опросе приняли участие 237 учителей информатики, подавляющее большинство из которых используют компьютерные классы, однако только четверть опрошенных учителей информатики имеют оборудование для занятий по робототехнике.

Следует отметить, что по результатам опроса интерактивное оборудование используют постоянно около 36 % учителей, около 46 % пользуются им часто, но не постоянно, а 17 % — редко или не пользуются совсем.

В связи с этим можно сделать вывод, что у будущих учителей необходимо развивать цифровые компетенции по использованию интерактивного оборудования в учебном процессе.

Результаты опроса показали, что не все учителя математики обучают программированию. Менее 20 % учителей (рис. 1) (*Примеч. ред.:* рисунки приводятся в авторской редакции.) используют в обучении программы компьютерной математики, в частности, одну из самых популярных мире — бесплатную программу GeoGebra. Опытно-экспериментальная работа в рамках исследований по повышению качества математической подготовки учащихся и студентов на педагогическом отделении Института математики и механики им. Н. И. Лобачевского КФУ показала, что методически обоснованное применение данной программы позволяет значительно повысить уровень предметной подготовки обучающихся по математике.

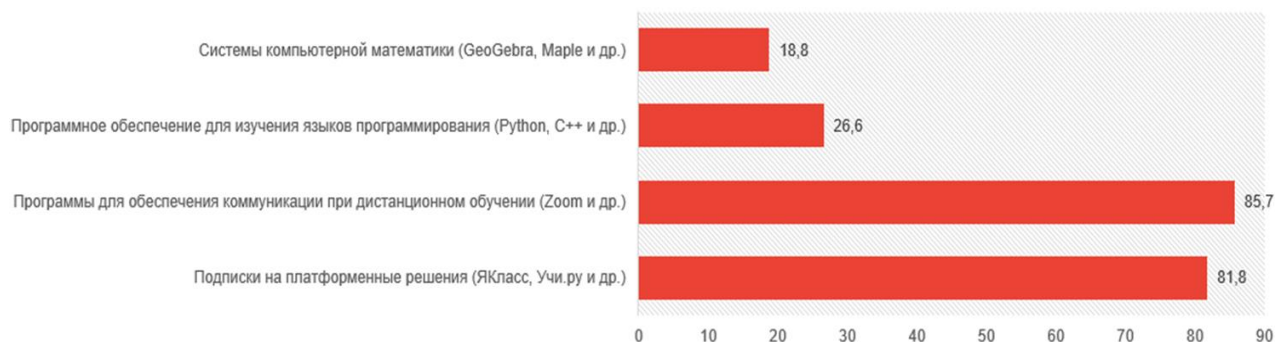


Рис. 1. Программное обеспечение, используемое в обучении учителями математики и информатики, %

Следует отметить, что государственные и муниципальные программы по использованию отдельных платформенных решений показали свою эффективность, и подавляющее большинство учителей математики и информатики применяют их в обучении. Период пандемии подключил учителей к активной работе с коммуникационными цифровыми программами.

В ходе опроса учителям математики и информатики было предложено продифференцировать по степени значимости определенные виды деятельности. Результаты позволяют выделить ключевые компетенции, обеспечивающие данные виды деятельности. Так,

следует обратить пристальное внимание на компетенции по проектированию уроков: теорию обучения, методику обучения математике и информатике, математические дисциплины, повышающие качество математической подготовки бакалавров, а также на педагогические практики.

Вторыми по значимости названы компетенции, обеспечивающие содержание профильного курса математики, что позволяет обратить внимание на необходимость представленности в содержании математических курсов всех вопросов профильных курсов математики, отвечающих за прочный уровень знаний.

Третьей по значимости учителями названа деятельность, обеспечивающая цифровые компетенции.

Степень значимости данных видов профессиональной деятельности должна учитываться при определении объема выделяемых зачетных единиц в учебных курсах, приходящихся на обязательную или формируемую части учебного плана. Так, образовательную робототехнику предполагается включить в часть, формируемую участниками образовательного процесса. На данном этапе это обосновано и отсутствием необходимого оборудования в большинстве общеобразовательных учреждений.

Учителям математики и информатики было предложено выделить из списка несколько сквозных цифровых технологий (рис. 2), которые необходимы для профессиональной деятельности (большие данные, искусственный интеллект, робототехника, беспроводная связь, новые производственные технологии, виртуальная и дополненная реальности и др.). Были выделены проектирование образовательных сайтов и электронных курсов в отдельные позиции, исходя из опыта реализации некоторых технологий на нашем педагогическом отделении и постоянного общения с учителями. Это имело значение для уточнения списка учебных курсов по математическому моделированию и цифровому проектированию, обеспечивающих формирование данных сквозных компетенций.



Рис. 2. Сквозные цифровые технологии, необходимые для развития сквозных цифровых компетенций у будущего учителя математики и информатики, %

По результатам опроса дисциплины, связанные с проектированием образовательных сайтов, электронных курсов, математическим моделированием, выделены в основной пул обучения учителя математики и информатики.

Педагогам было предложено продифференцировать по степени значимости учебные математические и методические курсы, необходимые для подготовки учителя математики и информатики. Из 510 опрошенных учителей математики наиболее значимыми обозначили курсы геометрии 410, алгебры – 403 и элементарной математики – 300 респондентов. На второй позиции находятся курсы по олимпиадной математике (264 ответа), математической логике (252), проектной и исследовательской деятельности (244), вычислительной математике (242 ответа) и др. Данная дифференциация необходима для определения места учебного курса в образовательной программе, для определения вида контрольных процедур, объема выделяемых зачетных единиц.

Аналогичный вопрос был адресован учителям информатики по учебным дисциплинам по информатике, информационным технологиям и методике их обучения (рис. 3). Практически все предлагаемые учебные курсы 237 опрошенных учителей считают важными, но первыми по значимости называют методику обучения информатике (162 ответа) и информационную безопасность (159 ответов). Вторую позицию по предпочтениям учителей информатики занимают олимпиадное программирование (131 ответ), Web-программирование (128), алгоритмы и структуры данных (127), хранение и обработка данных (123 ответа).

С учетом результатов опросов руководящего состава и учителей общеобразовательных учреждений была разработана компетентностная модель выпускника — будущего учителя математики, информатики и информационных технологий. В проектировании карты компетенций мы придерживались принципов оптимальности, системности, концентрированности. Это реализовано путем проектирования минимального набора компетенций при наличии нескольких индикаторов, позволяющих увидеть в модели развитие одной и той же компетенции на разных этапах подготовки будущего специалиста.

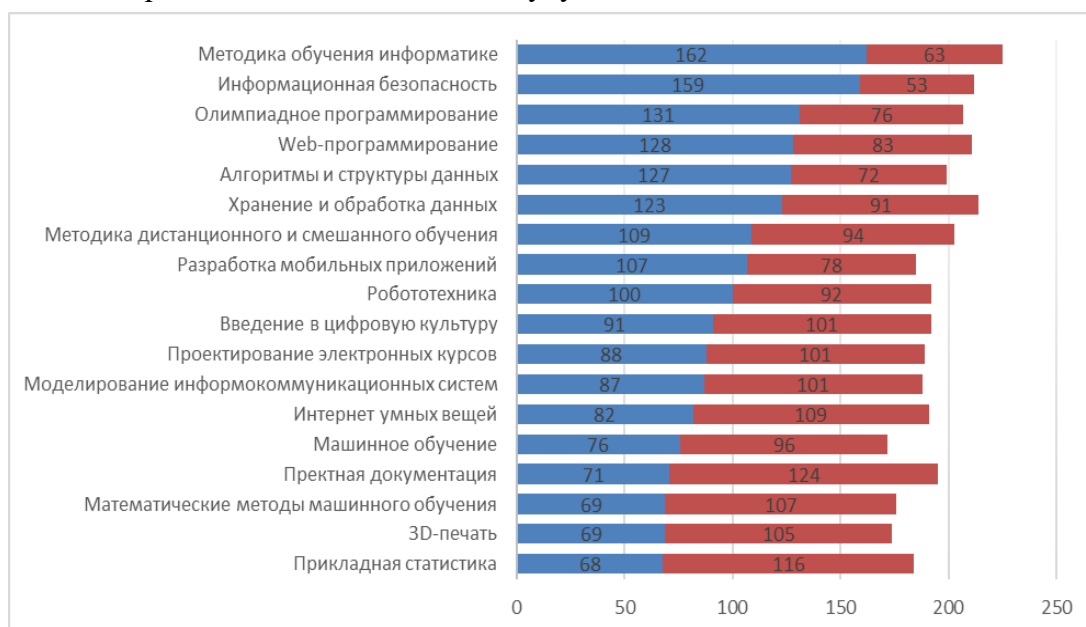


Рис. 3. Дифференциация учебных курсов информатики, информационных технологий и методики обучения информатике по степени значимости:

■ — первые по значимости; ■ — вторые по значимости

Для развития цифровой компетентности бакалавра требуется формирование компетенций трех видов: общепедагогические цифровые компетенции (ОЦК), необходимые студенту, учителю, преподавателю любого профиля для организации образовательного процесса; предметно-педагогические цифровые компетенции (ПЦК), которые нужны специалистам определенного профиля подготовки для повышения эффективности основной профессиональной деятельности; и специальные цифровые компетенции (СЦК), требующиеся учителю информатики и ИТ.

Данный перечень компетенций базируется на системе общепользовательских компетенций, наличие которых подразумевается у абитуриента.

Цифровые компетенции, обеспечивающие образовательную и профессиональную деятельность будущего учителя математики, информатики и ИТ, представлены в табл. 1.

На основе стандарта педагога и результатов опросов учителей и руководителей школ были выработаны четыре профессиональные компетенции, которые позволят усилить базовую общепрофессиональную подготовку и сформировать цифровые компетенции выпускника.

Таблица 1

Цифровые компетенции учителя математики, информатики и ИТ

Цифровая компетенция	Вид
Готовность использовать в цифровой среде различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей	ОЦК-1
Готовность использовать в образовательной деятельности цифровые средства, позволяющие повысить эффективность деятельности учителя	ОЦК-2
Готовность ориентироваться в информационном потоке, использовать рациональные способы получения, преобразования, систематизации и хранения информации, актуализировать ее в необходимых ситуациях интеллектуально-познавательной деятельности, способность структурировать информацию, организовывать ее поиск и защиту, способность создавать и размещать информацию в компьютерной сети	ОЦК-3
Готовность использовать математическое и алгоритмическое моделирование для решения учебных и профессиональных задач научного, технического, экономического характера	ПЦК-1
Готовность использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации	СЦК-1
Готовность использовать современные информационные и коммуникационные технологии для создания, формирования и администрирования электронных образовательных ресурсов	СЦК-2
Готовность реализовывать аналитические и технологические решения в области программного обеспечения (системного, прикладного и инструментального) и компьютерной обработки информации	СЦК-3

Первая компетенция (ПК-1) (табл. 2) обеспечивает развитие креативного мышления у будущего специалиста — одной из ведущих компетенций цифровой экономики. Данная компетенция формируется при активном изучении сквозных цифровых технологий (боль-

шие данные, искусственный интеллект, робототехника, беспроводная связь, виртуальная и дополненная реальности) и использовании их при выполнении курсовых исследований, выпускной квалификационной работы, при изучении отдельных учебных курсов.

Таблица 2

Индикаторы достижения ПК-1

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен генерировать идеи для решения профессиональных задач в области математического образования, проводить исследования, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки оптимальных решений	ИПК-1.1. Генерирует идеи для проведения научных и прикладных исследований, создания научных, образовательных, междисциплинарных, прикладных проектов и находит необходимые подходы и алгоритмы при их реализации
	ИПК-1.2. Использует математическое и алгоритмическое моделирование для решения учебных и профессиональных задач научного, технического, экономического характера
	ИПК-1.2. Использует математическое и алгоритмическое моделирование для решения учебных и профессиональных задач научного, технического, экономического характера

В компетентностной модели реализуются специальные цифровые компетенции по использованию современных информационных и коммуникационных технологий для создания новых технологических решений, для проектирования образовательных ресурсов и применения цифровых технологий в обучении (ПК-4) (табл. 3).

Таблица 3

Индикаторы достижения ПК-4 с применением сквозных технологий

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Сквозные технологии
ПК-4. Способен разрабатывать и реализовывать современные цифровые образовательные ресурсы и программное обеспечение в средних общеобразовательных учреждениях	ИПК 4.1. Готов использовать современные информационные и коммуникационные технологии для создания, формирования и администрирования электронных образовательных ресурсов (СЦК-2)	Новые производственные технологии Большие данные Искусственный интеллект Робототехника Беспроводная связь Виртуальная и дополненная реальность
	ИПК 4.2. Готов реализовывать аналитические и технологические решения в области программного обеспечения (системного, прикладного и инструментального) и компьютерной обработки информации (СЦК-3)	

Основой проектирования образовательной программы явилась разработанная нами концепция поэтапного формирования компетенций будущего учителя, предполагающая постепенное, систематическое «наращивание» профессионально-значимых компетенций в период всего обучения студента бакалавриата [2, 3]. Результаты опроса представителей работодателя о потребностях в учителях, обладающих профессиональными компетенциями, основанными на применении цифровых технологий в соответствующих приоритетных отраслях экономики, а также о предъявляемых к ним квалификационных требованиях, позволили выделить необходимые компетенции, в том числе цифровые, и определить перечень необходимых дисциплин и технологий для их реализации (использование математического моделирования, программирования в математике, информационных технологий в практике психолого-педагогического и методического блока учебных курсов и др.). Взаимная адаптация цифровых и педагогических технологий позволила внести изменения в саму систему подготовки учителя, затрагивая все ее составляющие (целеполагание, содержание, процесс обучения, оценку качества, управление).

Преимуществами новой программы являются системный, комплексный подход при ее проектировании; оптимизация в построении системы профессиональных компетенций и индикаторов универсальных и общепрофессиональных компетенций; взвешенное, сбалансированное построение учебного плана, предусматривающего поэтапное формирование профессионально-значимых компетенций, в том числе цифровых, получение выпускниками навыков применения сквозных цифровых технологий в профессиональной деятельности. Данный опыт позволит будущему учителю математики и информатики сформировать высокий уровень цифровых компетенций и стать ведущим специалистом в области цифровизации образования.

Список литературы

1. *Кадры* для цифровой экономики: паспорт федерального проекта [утв. протоколом от 28.05.2019 г. № 9 президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности]. URL: <https://base.garant.ru/72302274/>. Текст: электронный.
2. *Шакирова, Л. Р.* Проектирование учебных планов подготовки будущих учителей математики и информатики / Л. Р. Шакирова, М. В. Фалилеева // Стандартизация математического образования: проблемы внедрения и оценка эффективности: материалы 35-го Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов, Ульяновск, 22–24 сент. 2016 г. / Ульян. гос. пед. ун-т им. И. Н. Ульянова. Ульяновск, 2016. С. 116–119.
3. *Шакирова, Л. Р.* Концептуальные основы проектирования программ бакалавриата и магистратуры педагогического направления / Л. Р. Шакирова // Научно-методические подходы к формированию образовательных программ подготовки кадров в современных условиях: материалы IV Международной научно-практической конференции. Москва, 8–9 дек. 2016 г. / Моск. гос. обл. ун-т. Москва, 2017. С. 14–17.