

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Боқан М.Е.* , Мақыр С.А. , Тоқанов М.М. 

Жетысуский университет имени И. Жансугурова, Республика Казахстан, г. Талдыкорган

*e-mail: bokanmadina98@gmail.com, mssultan@inbox.ru, mansur_tokanov@mail.ru

Аннотация. Искусственный интеллект (ИИ) был стремительно внедрён в систему образования, что преобразовало требования к цифровой компетентности будущих учителей информатики. В настоящем исследовании понятие цифровой компетентности рассматривается как многомерный конструкт, включающий шесть областей Европейской рамки цифровой компетентности педагогов (DigCompEdu): профессиональное вовлечение, цифровые ресурсы, обучение и преподавание, оценивание, расширение возможностей обучающихся и развитие цифровой компетентности обучающихся. Оценивается эффективность модели «Методология интеграции ИИ – Пять этапов» (АИМ-5) в развитии двух измерений цифровой компетентности будущих учителей информатики в Казахстане: знаний AI-TPACK (когнитивно-педагогическое измерение, соответствующее областям DigCompEdu «цифровые ресурсы» и «обучение и преподавание») и принятия ИИ / поведенческого намерения интегрировать ИИ в обучение (аттитудно-поведенческое измерение, соответствующее области DigCompEdu «профессиональное вовлечение», основанное на Модели принятия технологий, ТАМ). Применён квазиэкспериментальный претест/посттест-дизайн с неэквивалентной контрольной группой; в исследовании приняли участие 31 студент первого курса Жетысуского университета имени И. Жансугурова. Экспериментальная группа (ЭГ, $n = 15$) прошла пятнадцатинедельную программу АИМ-5 в рамках курса «Введение в программирование», тогда как контрольная группа (КГ, $n = 16$) обучалась по стандартной программе. Знания AI-TPACK измерялись адаптированной 20-пунктовой шкалой (α Кронбаха = 0,83), а принятие ИИ – валидированной 5-балльной шкалой Лайкерта ($\alpha = 0,81$), основанной на Модели принятия технологий. Предполагалось, что реализация модели АИМ-5 обеспечит более значительный прирост по обоим измерениям цифровой компетентности – когнитивно-педагогическому и аттитудно-поведенческому – в экспериментальной группе по сравнению с контрольной. Результаты посттеста показывают, что ЭГ превзошла КГ по уровню знаний AI-TPACK (ЭГ: $M = 53,1$, $SD = 7,8$; КГ: $M = 49,4$, $SD = 6,2$; прирост +10,3 против +6,2 балла; $t(29) = 1,47$, $p = 0,153$, d Козна = 0,53) и продемонстрировала статистически значимое преимущество в принятии ИИ (ЭГ: $M = 4,18$, $SD = 0,51$; КГ: $M = 3,62$, $SD = 0,60$; $t(29) = 2,81$, $p = 0,009$, d Козна = 1,00). Полученные данные свидетельствуют о том, что модель АИМ-5 вносит значимый вклад в развитие двух ключевых измерений цифровой компетентности будущих учителей информатики в рамках архитектуры DigCompEdu.

Ключевые слова: цифровая компетентность, будущие учителя информатики, DigCompEdu, AI-TPACK, принятие ИИ, модель АИМ-5, модель принятия технологий, квазиэкспериментальное исследование.

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) находит всё более широкое применение в системе общего образования, привнося новые аспекты в цифровые компетентности будущих учителей информатики. Подготовка современного учителя не может сводиться лишь к освоению содержания учебного предмета «Информатика» и традиционных методов преподавания; помимо этого, педагог должен обладать высоким уровнем цифровой компетентности, позволяющей педагогически целесообразно и этически обоснованно использовать цифровые технологии, включая инструменты искусственного интеллекта. В настоящем исследовании понятие цифровой компетентности учителя определяется как многомерный конструкт, охватывающий профессиональное вовлечение в технологическую среду, отбор и разработку цифровых ресурсов, организацию обучения с применением цифровых ресурсов, оценивание, поддержку обучающихся и развитие их собственной цифровой компетентности [1]. Концептуальной основой цифровой компетентности педагогов в данном исследовании служит Европейская рамка цифровой компетентности педагогов (DigCompEdu), разработанная К. Редекер [1].

Данная рамка основана на шести областях цифровой компетентности: профессиональное вовлечение, цифровые ресурсы, обучение и преподавание, оценивание, расширение возможностей обучающихся и развитие их цифровой компетентности – и признана в качестве международного ориентира для исследований и образовательной политики. В развитие этой архитектуры Мяо и Кукурова [2], работающие под эгидой ЮНЕСКО, предлагают измерение цифровой компетентности, специфичное для ИИ, включающее пять областей (человекоцентрированное мышление, этика ИИ, основы и приложения ИИ, педагогика ИИ, ИИ для профессионального развития) и три уровня владения (приобрести, углубить, создать). Чиу и соавторы [3] операционализировали измерение самооффективности цифровой компетентности с помощью шкалы самооффективности в области ИИ-компетентности учителя (TAICS), задействовав выборку из 434 педагогов.

Когнитивно-педагогический аспект цифровой компетентности может быть оценён с применением рамки технологических педагогических предметных знаний (TPACK) [4] и её расширения – концепции AI-TPACK [5]. Эти рамки описывают знаниевую основу цифровой компетентности, представляющую собой синтез технологических, педагогических и предметных знаний, и могут быть соотнесены с двумя областями DigCompEdu: «цифровые ресурсы» и «обучение и преподавание». Аттitudно-поведенческое измерение цифровой компетентности, относящееся к области «профессиональное вовлечение» DigCompEdu, основывается на Модели принятия технологий (ТАМ) Дэвиса [6] и её более современном применении к установкам будущих учителей в отношении внедрения ИИ, предложенном Чжаном и соавторами [7], которые выделили воспринимаемую полезность, воспринимаемую простоту использования и поведенческое намерение в качестве ключевых факторов, определяющих фактическое применение цифровых технологий учителями в будущей педагогической практике.

Казахстанская традиция цифрового образования заложила основы цифрового обучения в фундаментальных работах Е.Ы. Бидайбекова, М.П. Лапчика, Ж.К. Нурбековой и др. [8], где были заложены теоретические и методические основы цифрового преподавания. Эта традиция нашла своё продолжение в изучении цифровой трансформации и преподавании информатики с использованием ИИ в Казахстане [9–12]. Однако ни одно из этих исследований не затронуло систематическое развитие аспектов цифровых компетенций на основе ИИ в структурированной педагогической программе.

Актуальность данной повестки в области цифровой компетентности подтверждается рядом недавних казахстанских исследований. Ниязова и др. [10] разработали интеллектуальный учебник на основе онтологий на казахском языке с применением инструментов ИИ для персонализации обучения; Смагулов и др. [11] зафиксировали текущее состояние использования инструментов ИИ в казахстанском образовании, констатируя широкое распространение ИИ при отсутствии структурированной цифровой рамки; Найманова и Бактыбаев [12] исследовали проблемы применения цифровых технологий в профессиональной деятельности педагогов, обосновав необходимость системной цифровой подготовки в условиях трансформации образования; Сапарходжаев и др. [13] показали, что дуальное образование и специализированные платформы способствуют формированию цифровой компетентности учителей информатики. В своём Послании народу Казахстана на 2025 год «Казахстан в эпоху искусственного интеллекта» [14] Президент подтвердил стратегический курс на согласование цифровых навыков педагогических вузов с требованиями рынка труда в условиях интеграции ИИ. Вместе с тем, как показали Завацки-Рихтер и соавторы [15], менее четверти всех программ педагогической подготовки в мире располагают специализированными курсами по ИИ, и ситуация в педагогических вузах Центральной Азии не является исключением.

Проблема настоящей статьи состоит в следующем: несмотря на растущие потребности образовательной политики и практики в учителях информатики нового

поколения, способных к педагогической деятельности с опорой на обогащённую ИИ цифровую компетентность, в педагогических вузах Казахстана отсутствуют структурированные педагогические модели для развития такой компетентности. Цель настоящего исследования – восполнить этот пробел посредством квазиэкспериментального изучения модели «Методология интеграции ИИ – пять этапов» (АИМ-5), реализованной в Жетысуском университете имени И. Жансугурова (г. Талдыкорган, Казахстан). Исследовательские вопросы сформулированы следующим образом:

1. Обеспечивает ли структурированная пятнадцатинедельная программа АИМ-5 значимо больший прирост показателей когнитивно-педагогического измерения цифровой компетентности (операционализированного как знания AI-ТРАСК) по сравнению со стандартной учебной программой?

2. Обеспечивает ли та же программа больший прирост показателей аттитудно-поведенческого измерения (операционализированного как принятие ИИ / поведенческое намерение)?

Гипотеза исследования: если подготовка будущих учителей информатики будет осуществляться на основе разработанной модели формирования цифровой компетентности, то это приведёт к более значительному повышению показателей цифровой компетентности по обоим измерениям: когнитивно-педагогическому и аттитудно-поведенческому – у обучающихся экспериментальной группы по сравнению с контрольной группой.

Материалы и методы

В исследовании применён квазиэкспериментальный претест/посттест-дизайн с неэквивалентной контрольной группой. Данный дизайн был избран ввиду невозможности случайного распределения студентов по условиям в рамках институциональной структуры университета; две сложившиеся группы первокурсников распределялись по условиям по административному принципу: одна стала экспериментальной группой (ЭГ), другая – контрольной (КГ). Обе группы прошли претест и посттест на 1-й и 10-й неделях семестра соответственно; вмешательство осуществлялось в период с 2-й по 9-ю неделю. Исследование проводилось в 2025-2026 учебном году. В нём приняли участие 31 студент, обучающийся по курсу «Введение в программирование» образовательной программы «Информатика» Жетысуского университета имени И. Жансугурова: 15 человек вошли в состав ЭГ, 16 – КГ. Эквивалентность групп подтверждена t-тестами для независимых выборок по шкале знаний AI-ТРАСК ($t(29) = 0,28$, $p = 0,78$) и по шкале принятия ИИ ($t(29) = 0,15$, $p = 0,88$).

Экспериментальная группа обучалась по пятнадцатинедельной структурированной программе АИМ-5, предполагающей интеграцию инструментов ИИ в проектирование педагогических заданий по информатике. Программа реализовывалась в форме серии лекций и практических занятий – как очных, так и онлайн, – направленных на вовлечение студентов в практическое и виртуальное взаимодействие с ИИ. Численность групп была ограничена с целью обеспечения возможности индивидуального взаимодействия и насыщенного группового общения. Педагог придерживался фасилитирующего, а не директивного подхода, предоставляя студентам возможность самостоятельно исследовать сильные и слабые стороны инструментов ИИ при поддержке набором подсказок и рефлексивных вопросов. Учебная среда создавалась по принципу «студии», а не традиционной лекционной аудитории: студенты работали в парах за общими рабочими станциями и обсуждали историю диалогов с ИИ на совместном экране.

Модель АИМ-5 состоит из пяти последовательных этапов, каждый из которых опирается на предыдущий: от первоначального исследования к самостоятельному педагогическому проектированию и, наконец, к рефлексивной интеграции.

На первом этапе «Ориентация в искусственном интеллекте» студенты познакомились с возможностями и ограничениями инструментов ИИ: они просили ChatGPT (OpenAI) «объяснить линейный алгоритм простыми словами», сравнивали полученный ответ с объяснением из учебника и выявляли несоответствия. Кроме того, они выполняли

сравнительные задания с использованием ChatGPT, Claude (Anthropic) и Microsoft Copilot для оценки различий в качестве, точности и педагогической пригодности ответов, а также осваивали принципы разработки промптов: определение роли, контекстуализация, пошаговые инструкции и приведение нескольких примеров.

На втором этапе «Работа с заданиями на основе искусственного интеллекта» студенты переходили от наблюдения к активному взаимодействию: используя GitHub Copilot, интегрированный в Visual Studio Code, они переводили словесные описания программных задач (например, «Напишите функцию на Python, возвращающую сумму чётных чисел в списке») в исполняемый код, после чего совместно с наставником-программистом отлаживали и корректировали выходные данные ИИ. Каждый студент вёл «журнал заданий», фиксируя использованные подсказки, первоначальный ответ ИИ, внесённые исправления и усвоенные уроки.

На третьем этапе «Методическое проектирование с применением ИИ» акцент сместился с программирования на педагогику: студенты разрабатывали уроки по темам программирования для школьной аудитории, используя матрицу ТРАСК-АИ в качестве шаблона планирования, определяя, каким образом ИИ может поддерживать этапы введения, объяснения, практики и оценивания, и предвосхищая возможные заблуждения учащихся.

На четвёртом этапе «Имитационный практикум с применением искусственного интеллекта» студенты проводили микропреподавательские эпизоды перед небольшой группой сверстников, выполнявших роль учеников; инструменты ИИ были доступны в режиме реального времени как вспомогательные ресурсы, однако никогда не выступали в роли основного преподавателя; после каждого урока следовала структурированная обратная связь от коллег о педагогической обоснованности интеграции ИИ.

На пятом этапе «Рефлексивный синтез» студенты заполняли интегративный рефлексивный журнал, отвечая на четыре вопроса:

1. Что искусственный интеллект объяснял лучше, чем в учебнике?
2. Где искусственный интеллект допустил ошибку и как вы его обнаружили?
3. Какие этические вопросы возникли в ходе вашей работы с ИИ?
4. Как бы вы интегрировали эти инструменты в учебный процесс?

Журналы не оценивались по содержанию, а использовались как инструмент формирующего оценивания и источник качественных данных для настоящего исследования.

Для оценки когнитивно-педагогического измерения цифровой компетентности применялась 20-пунктовая шкала, адаптированная на основе рамки AI-ТРАСК Нинга и соавторов [5] и расширения ТРАСК Мишры и Колера [4] (α Кронбаха = 0,83). Шкала фиксирует синтез технологических знаний в области ИИ, педагогических знаний и предметных знаний по информатике, непосредственно соответствуя областям DigCompEdu «цифровые ресурсы» и «обучение и преподавание» [1]. Задания оценивались по четырёхбалльной шкале (0–3); максимальный балл составлял 60. Аттitudно-поведенческое измерение цифровой компетентности, соответствующее области DigCompEdu «профессиональное вовлечение», измерялось с помощью валидированной 5-балльной шкалы Лайкерта, основанной на Модели принятия технологий [6, 7] (α = 0,81), охватывающей воспринимаемую полезность, воспринимаемую простоту использования и поведенческое намерение интегрировать ИИ в будущую педагогическую практику.

Для отражения исходных самооценочных уровней цифровой компетентности участников в качестве контрольных ориентиров использовались два конкретных пункта из предварительного опроса, проведённого среди 31 будущего учителя информатики (n = 31). Утверждение 5 («Я могу целесообразно использовать ИИ для задач, связанных с программированием, алгоритмизацией или анализом кода») и Утверждение 10 («Профессионально я готов(а) использовать ИИ в своей будущей педагогической практике») представлены на Рисунке 1.

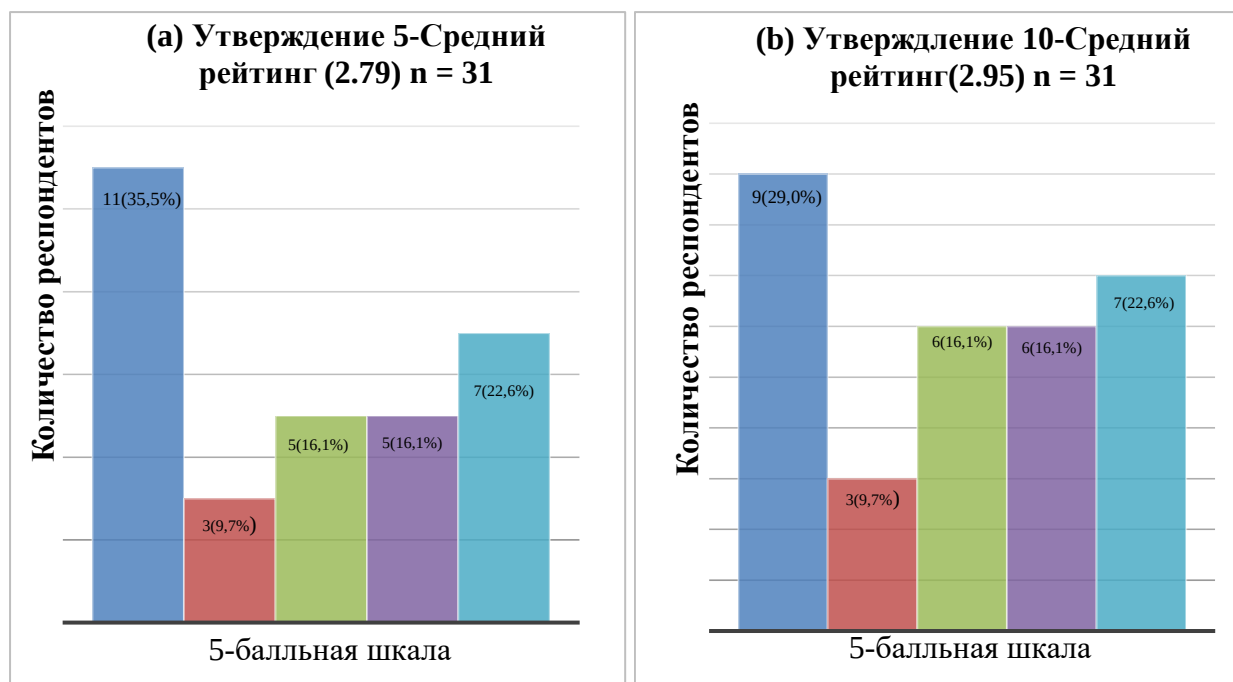


Рисунок 1 – Претестовое распределение ответов: (а) Утверждение 5 – использование ИИ в программировании / алгоритмизации / анализе кода ($M = 2,79$) и (b) Утверждение 10 – профессиональная готовность к применению ИИ ($M = 2,95$)

Для придания программе AIM-5 аутентичного дисциплинарного характера в качестве основного учебного материала для этапов 1-5 была избрана тема «Линейные алгоритмы: структура и программирование на Python» из курса «Введение в программирование» для студентов бакалавриата.

По всем зависимым переменным рассчитывались средние значения и стандартные отклонения как для претест, так и для посттест-измерений. Для проверки межгрупповых различий по результатам посттеста применялись t-тесты для независимых выборок; оценка размера эффекта осуществлялась с помощью d Коэна. Внутригрупповые изменения оценивались посредством t-тестов для связанных выборок. Уровень значимости был задан как $\alpha = 0,05$.

Результаты и обсуждение

В Таблице 1 представлены баллы по шкале знаний AI-TPACK на претесте и посттесте. На этапе претеста обе группы были статистически эквивалентны (ЭГ: $M = 42,8$, $SD = 6,1$; КГ: $M = 43,2$, $SD = 5,8$). По результатам посттеста ЭГ достигла среднего балла 53,1 ($SD = 7,8$), что соответствует приросту в 10,3 балла и внутригрупповому размеру эффекта $d = 1,47$. КГ показала средний балл 49,4 ($SD = 6,2$), прирост составил 6,2 балла ($d = 1,03$). Межгрупповое различие по результатам посттеста не достигло статистической значимости ($t(29) = 1,47$, $p = 0,153$), однако размер эффекта оказался средней величины (d Коэна = 0,53).

Таблица 1 – Шкала знаний AI-TPACK: описательная статистика и межгрупповые сравнения

Группа	M (пре)	SD (пре)	M (пост)	SD (пост)	Прирост	d
Экспериментальная (n = 15)	42,8	6,1	53,1	7,8	+ 10,3	1,47
Контрольная (n = 16)	43,2	5,8	49,4	6,2	+ 6,2	1,03
Межгрупповые (посттест)	–	–	t = 1,47	p = 153	+ 4,1	0,53

В Таблице 2 представлены данные об аттитудно-поведенческом измерении цифровой компетентности (принятие ИИ / поведенческое намерение). На исходном уровне группы были эквивалентны (ЭГ: $M = 3,44$, $SD = 0,58$; КГ: $M = 3,41$, $SD = 0,55$; $t(29) = 0,15$, $p = 0,88$). Результаты посттеста выявили статистически значимое преимущество ЭГ ($M = 4,18$, $SD = 0,51$) над КГ ($M = 3,62$, $SD = 0,60$): $t(29) = 2,81$, $p = 0,009$, d Коэна = 1,00 (большой эффект).

Таблица 2 – Шкала принятия ИИ / поведенческого намерения: описательная статистика и межгрупповые сравнения

Группа	M (пре)	SD (пре)	M (пост)	SD (пост)	Прирост	d
Экспериментальная (n = 15)	3,44	0,58	4,18	0,51	+ 0,74	1,28
Контрольная (n = 16)	3,41	0,55	3,62	0,60	+ 0,21	0,35
Межгрупповые (посттест)	–	–	$t = 2,81$	$p = 0,009$	+ 0,53	1,00

Полученные результаты вносят вклад в развитие цифровой компетентности будущих учителей информатики в рамках DigCompEdu по нескольким направлениям. Размер эффекта средней величины для межгрупповых различий ($d=0,53$) свидетельствует о том, что даже краткая и структурированная пятнадцатинедельная программа способна обеспечить образовательно значимые улучшения когнитивно-педагогического измерения цифровой компетентности. Это согласуется с принятыми стандартами педагогического образования в области интеграции технологий в образовательный процесс, а также с уровнем «приобрести» Рамки компетентности ЮНЕСКО в области ИИ для педагогов [2].

Приросты по шкале AI-TPACK наиболее соответствуют архитектуре DigCompEdu [1] в части двух областей ИИ-направления: «цифровые ресурсы» (Область 2) и «обучение и преподавание с применением ИИ» (Область 3), поскольку студенты обучались отбирать, критически осмысливать и проектировать учебно-методические материалы с поддержкой ИИ – именно тот синтез, который Нинг и соавторы [5] определяют как ядро AI-TPACK. Особого внимания заслуживает большой размер эффекта для аттитудно-поведенческого измерения цифровой компетентности ($d = 1,00$). Рамка DigCompEdu явным образом определяет цифровую компетентность как нечто большее, чем совокупность знаний и навыков: она должна рассматриваться как профессиональное использование цифровых технологий в качестве неотъемлемого компонента педагогической деятельности (Область 1: Профессиональное вовлечение) [1].

Статистически значимое межгрупповое различие в принятии ИИ для ЭГ согласуется с Моделью принятия технологий [6] и результатами многогруппового исследования Чжана и соавторов [7] с будущими учителями: чем более структурированным является взаимодействие с ИИ, тем выше намерение его использовать. Эти выводы также согласуются с измерениями «человекоцентрированное мышление» и «профессиональное развитие» Рамки ЮНЕСКО [2].

В теоретическом отношении данные результаты могут быть интерпретированы как расширение рамки DigCompEdu [1] через призму AI-TPACK [4, 5] и ТАМ [6, 7]: многоэтапная архитектура AIM-5 (ориентация в ИИ, работа с заданиями, методическое проектирование, имитационный практикум, рефлексивный синтез) позволяет одновременно формировать как знаниевое измерение цифровой компетентности (AI-TPACK), так и измерение вовлечённости (ТАМ) – а не только инструментально-специфические навыки. Как и предсказывает ТАМ [6, 7], рост поведенческого намерения использовать ИИ в обучении также подкрепляет воспринимаемую полезность и простоту использования ИИ.

Большинство студентов ЭГ отметили в своих рефлексивных журналах, что их восприятие ИИ изменилось в ходе программы: от понимания ИИ исключительно как генератора контента – к осмыслению его как педагогического инструмента, требующего критической оценки ($n = 15$). Этот сдвиг отражает аттитудно-поведенческий компонент цифровой компетентности, описанный в [7], и человекоцентрированное мышление Рамки компетентности ЮНЕСКО в области ИИ [2], а также соотносится с «педагогически-дидактическим» измерением цифровой компетентности педагогов-наставников, концептуализированным Крумсвиком [16].

Исследование имеет ряд ограничений. Выборка ($n = 31$) невелика и сформирована в рамках одного университета, что ограничивает возможность обобщения результатов и их статистическую надёжность. Нерандомизированное распределение по группам создаёт риск смещения отбора, частично нивелированного подтверждённой исходной эквивалентностью. Для установления стабильности и переноса сформированных измерений цифровой компетентности в реальную педагогическую практику необходимо лонгитюдное отслеживание участников.

Заключение

Программа структурирована вокруг двух основных компонентов цифровой компетентности будущих учителей информатики в рамках DigCompEdu [1]: когнитивно-педагогического (включающего знания AI-TPACK, соотнесённые с областями «цифровые ресурсы» и «обучение и преподавание») и аттитудно-поведенческого (принятие ИИ / поведенческое намерение, соответствующее области «профессиональное вовлечение»). Средний размер межгрупповых различий ($d = 0,53$) и статистически значимый эффект ($d = 1,00$) в принятии ИИ свидетельствуют о том, что экспериментальная группа продемонстрировала более значительный прирост знаний AI-TPACK по сравнению с контрольной.

Из этого следуют три вывода. Во-первых, необходимо усилить роль систематизированных занятий по ИИ в подготовке учителей информатики в педагогических вузах Казахстана и стран Центральной Азии, включив их в качестве обязательных компонентов педагогической подготовки в соответствии с международными стандартами цифровой компетентности (DigCompEdu [1] и Рамка компетентности ЮНЕСКО в области ИИ [2]). Во-вторых, для успешного развития цифровых компетентностей на основе AI-TPACK и принятия ИИ необходима структурированная программная архитектура, опирающаяся на международные стандарты (DigCompEdu [1] и ЮНЕСКО [2]) и сочетающая их с национальной традицией методической подготовки учителей информатики (ТАМ [6, 7] и AI-TPACK [4, 5]). В-третьих, в программу следует включить элементы рефлексивной практики – ведение журналов и групповую рефлекссию – с тем чтобы применение ИИ не вытесняло, а обогащало ценностно-мировоззренческий компонент цифровой компетентности.

Перспективные исследования следует вести в трёх направлениях:

1. непрерывный мониторинг выпускников AIM-5 в течение первых двух лет их педагогической деятельности с целью определения устойчивости сформированных показателей цифровой компетентности;
2. апробация модели в нескольких педагогических вузах Казахстана;
3. определение этапов реализации AIM-5, вносящих наибольший вклад в формирование блоков цифровой компетентности DigCompEdu.

Вклад авторов:

Бокан М.Е. – осуществляла общее руководство исследованием, разработала методологию AIM-5, спроектировала и провела экспериментальное исследование, выполнила статистический анализ, подготовила рукопись.

Мақыр С.А. – участвовал в разработке диагностического инструментария, организовал сбор данных, внёс вклад в обсуждение результатов и редактирование рукописи.

Токанов М.М. – обеспечил теоретическое обоснование исследования, осуществил обзор литературы по рамкам DigCompEdu и AI-TPACK, отредактировал окончательную версию статьи.

ЛИТЕРАТУРА:

1 Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu / ed. by Y. Punie. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. – 95 p. DOI: <https://doi.org/10.2760/178382>

- 2 Miao F., Cukurova M. AI Competency Framework for Teachers. – Paris: UNESCO, 2024. – 76 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391104> (дата обращения: 24.09.2026).
- 3 Chiu T.K.F., Falloon G., Song Y., Wong V.W.L., Zhao L., Ismailov M. Development and validation of the Teacher AI Competence Self-Efficacy (TAICS) scale // *Education and Information Technologies*. – 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13094-z>
- 4 Mishra P., Koehler M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge // *Teachers College Record*. – 2006. – Vol. 108, No. 6. – P. 1017–1054. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- 5 Ning Y., Zhang C., Xu B., Zhou Y., Wijaya T.T. Teachers' AI-TPACK: Exploring the relationship between knowledge elements // *Sustainability*. – 2024. – Vol. 16, No. 3. – Art. 978. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16030978>
- 6 Davis F.D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology // *MIS Quarterly*. – 1989. – Vol. 13, No. 3. – P. 319–340. DOI: <https://doi.org/10.2307/249008>
- 7 Zhang C., Schießl J., Plöchl L., Hofmann F., Gläser-Zikuda M. Acceptance of artificial intelligence among pre-service teachers: A multigroup analysis // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. – 2023. – Vol. 20, No. 1. – Art. 49. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00420-7>
- 8 Бидайбеков Е.Ы., Лапчик М.П., Нурбекова Ж.К., Сагымбаева А.Е., Жарасова Г.С., Оспанова Н.Н., Исабекова Д.Н. Методика преподавания информатики: учебник. – Алматы: Ассоциация высших учебных заведений РК, 2014. – 588 с.
- 9 Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В., Камалова Г.Б., Исабаева Д.Н., Бостанов Б.Г. Проблемы информатизации образования и обучения: учебник. – Алматы, 2014. – 351 с.
- 10 Niyazova R., Aktayeva A., Sharipbay A., Kubigenova A., Razakhova B. Development of a smart textbook in informatics with interactive learning support and Kazakh language integration based on artificial intelligence technologies // *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*. – 2025. – Vol. 8, No. 3. – P. 2413–2430. – DOI: <https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i3.7020>
- 11 Смагулов Е.Ж., Жиембаев Ж.Т., Бокан М.Е. Искусственный интеллект в образовании: влияние, область применения и перспективы на будущее // *Вестник КазНПУ имени Абая. Серия «Физико-математические науки»*. – 2025. – № 1 (89). – С. 321–329. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2025.89.1.028>.
- 12 Найманова Н.А., Бактыбаев Ж.Ш. Проблема использования цифровых технологий в профессиональной деятельности педагогов // *Вестник КазНПУ имени Абая. Серия «Педагогические науки»*. – 2025. – Т. 86, № 2. – С. 234–246. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5762.2025.86.2.021>
- 13 Saparkhojayev N., Saparkhojayeva A., Akhmetova B., Adilzhanova S. Enhancing informatics teacher training in Kazakhstan through dual education and specialized educational platforms // *Cogent Education*. – 2025. – Vol. 12, No. 1.
- 14 Токаев К.-Ж. Казахстан в эпоху искусственного интеллекта: актуальные вопросы и их решение посредством фундаментальной цифровой трансформации: Послание народу Казахстана. – Акorda, 8 сентября 2025 г. URL: <https://www.akorda.kz> (дата обращения: 24.09.2026).
- 15 Zawacki-Richter O., Marín V.I., Bond M., Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. – 2019. – Vol. 16, No. 1. – Art. 39. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- 16 Krumsvik R.J. Teacher educators' digital competence // *Scandinavian Journal of Educational Research*. – 2014. – Vol. 58, No. 3. – P. 269–280. DOI: <https://doi.org/10.1080/00313831.2012.726273>

REFERENCES:

- 1 Redecker C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Ed. by Y. Punie. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 95 p. DOI: <https://doi.org/10.2760/178382>
- 2 Miao F., Cukurova M. (2024). AI Competency Framework for Teachers. Paris: UNESCO, 76 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391104> (accessed: 24.09.2026).
- 3 Chiu T.K.F., Falloon G., Song Y., Wong V.W.L., Zhao L., Ismailov M. (2024). Development and validation of the Teacher AI Competence Self-Efficacy (TAICS) scale. *Education and Information Technologies*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13094-z>
- 4 Mishra P., Koehler M.J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, vol. 108, no. 6, pp. 1017–1054. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- 5 Ning Y., Zhang C., Xu B., Zhou Y., Wijaya T.T. (2024). Teachers' AI-TPACK: Exploring the relationship between knowledge elements. *Sustainability*, vol. 16, no. 3, article 978. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16030978>
- 6 Davis F.D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, vol. 13, no. 3, pp. 319–340. DOI: <https://doi.org/10.2307/249008>
- 7 Zhang C., Schießl J., Plöchl L., Hofmann F., Gläser-Zikuda M. (2023). Acceptance of artificial intelligence among pre-service teachers: A multigroup analysis. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 20, no. 1, article 49. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00420-7>
- 8 Bidaibekov E.Y., Lapchik M.P., Nurbekova Zh.K., Sagymbaeva A.E., Zharasova G.S., Ospanova N.N., Isabekova D.N. (2014). Metodika prepodavaniya informatiki: uchebnik [Methods of Teaching Informatics: Textbook]. Almaty: Assotsiatsiya vysshikh uchebnykh zavedenii RK, 588 p. (in Russian)

9 Bidaibekov E.Y., Grinshkun V.V., Kamalova G.B., Isabaeva D.N., Bostanov B.G. (2014). Problemy informatizatsii obrazovaniya i obucheniya: uchebnik [Problems of Informatization of Education and Learning: Textbook]. Almaty, 351 p. (in Russian)

10 Niyazova R., Aktayeva A., Sharipbay A., Kubigenova A., Razakhova B. (2025). Development of a smart textbook in informatics with interactive learning support and Kazakh language integration based on artificial intelligence technologies. International Journal of Innovative Research and Scientific Studies, vol. 8, no. 3, pp. 2413–2430. DOI: <https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i3.7020>

11 Smagulov E., Zhiembaev Zh., Bokan M. (2025). Iskustvennyi intellekt v obrazovanii: vozdeistvie, primeneniye i perspektivy [Artificial intelligence in education: impact, applications and future prospects]. Vestnik KazNPU imeni Abaya. Seriya: Fiziko-matematicheskie nauki, no. 1 (89), pp. 321–329. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2025.89.1.028> (in Russian)

12 Naimanova N.A., Baktybaev Zh.Sh. (2025). Problema ispolzovaniya sifrovyykh tehnologiy v professionalnoi deyatelnosti pedagogov [The Problem of Using Digital Technologies in the Professional Activities of Teachers]. Vestnik KazNPU imeni Abaya. Seriya: Pedagogicheskie nauki, vol. 86, no. 2, pp. 234–246. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5762.2025.86.2.021> (in Russian)

13 Saparkhojayev N., Saparkhojayeva A., Akhmetova B., Adilzhanova S. (2025). Enhancing informatics teacher training in Kazakhstan through dual education and specialized educational platforms. Cogent Education, vol. 12, no. 1.

14 Tokayev K.-Zh. (2025). Kazakhstan v epokhu iskustvennogo intellekta: aktuälnye voprosy i ih resheniye posredstvom fundamentalnoi sifrovoi transformatsii: Poslanie narodu Kazakhstana [Kazakhstan in the Age of Artificial Intelligence: Current Issues and Their Resolution through Fundamental Digital Transformation: Address to the People of Kazakhstan]. Akorda, September 8, 2025. URL: <https://www.akorda.kz> (accessed: 24.09.2026). (in Russian)

15 Zawacki-Richter O., Marín V.I., Bond M., Gouverneur F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? International Journal of Educational Technology in Higher Education, vol. 16, no. 1, article 39. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

16 Krumsvik R.J. (2014). Teacher educators' digital competence. Scandinavian Journal of Educational Research, vol. 58, no. 3, pp. 269–280. DOI: <https://doi.org/10.1080/00313831.2012.726273>

БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ ЦИФРЛЫҚ ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІН ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ АРҚЫЛЫ ДАМУ

М.Е. Боқан*, С.А. Мақыр, М.М. Токанов

І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан Республикасы, Талдықорған қ.
*e-mail: bokanmadina98@gmail.com, mssultan@inbox.ru, mansur_tokanov@mail.ru

Аңдатпа. Жасанды интеллект (ЖИ) білім беру жүйесіне қарқынды енгізілді, бұл болашақ информатика мұғалімдерінің цифрлық құзыреттілігіне қойылатын талаптарды өзгертті. Бұл зерттеуде цифрлық құзыреттілік ұғымы Педагогтардың цифрлық құзыреттілігінің еуропалық рамкасының (DigCompEdu) алты саласынан тұратын көпқырлы конструкт ретінде қарастырылады: кәсіби қатысу, цифрлық ресурстар, оқыту-үйрету, бағалау, оқушыларды қолдау және оқушылардың цифрлық құзыреттілігін дамыту. Қазақстандағы болашақ информатика мұғалімдерінің цифрлық құзыреттілігінің екі өлшемін дамытудағы «Жасанды интеллектті интеграциялау әдістемесі – Бес кезең» (AI Integration Methodology – Five Stages, AIM-5) моделінің тиімділігі бағаланады: AI-TRACK білімі (DigCompEdu-дің «цифрлық ресурстар» және «оқыту-үйрету» салаларына сәйкес келетін когнитивтік-педагогикалық өлшем) және ЖИ-ні қабылдау / ЖИ-ді оқытуға интеграциялауға мінез-құлықтық ниет (DigCompEdu-дің «кәсіби қатысу» саласына сәйкес келетін, Технологияны қабылдау моделіне (ТАМ) негізделген аттитюдтік-мінез-құлықтық өлшем). Эквивалентті емес бақылау тобымен квазиэксперименттік претест/посттест-дизайны қолданылды. Зерттеуге І. Жансүгіров атындағы Жетісу университетінің 31 бірінші курс студенті қатысты. Эксперименттік топ (ЭТ, n = 15) «Бағдарламалауға кіріспе» курсы аясында он бес апталық AIM-5 бағдарламасын өтті, ал бақылау тобы (БТ, n = 16) стандартты бағдарламамен оқыды. AI-TRACK білімі 20 пункттік бейімделген шкаламен (Кронбах $\alpha = 0,83$), ал ЖИ-ні қабылдау Технологияны қабылдау моделіне негізделген валидацияланған 5 балдық Лайкерт шкаласымен ($\alpha = 0,81$) өлшенді. AIM-5 моделін іске асыру эксперименттік топтың цифрлық құзыреттіліктің екі өлшемі – когнитивтік-педагогикалық және аттитюдтік-мінез-құлықтық – бойынша бақылау тобына қарағанда айтарлықтай жоғары өсім көрсетеді деп болжанды. Посттест нәтижелері ЭТ-нің AI-TRACK білімі бойынша БТ-дан жоғары екенін көрсетеді (ЭТ: $M = 53,1$, $SD = 7,8$; БТ: $M = 49,4$, $SD = 6,2$; өсім: $+10,3$ және $+6,2$ балл; $t(29) = 1,47$, $p = 0,153$, Cohen $d = 0,53$) және ЖИ-ні қабылдауда статистикалық тұрғыдан маңызды артықшылықты көрсетеді (ЭТ: $M = 4,18$, $SD = 0,51$; БТ: $M = 3,62$, $SD = 0,60$; $t(29) = 2,81$, $p = 0,009$, Cohen $d = 1,00$). Бұл нәтижелер AIM-5 моделінің DigCompEdu архитектурасы аясында болашақ информатика мұғалімдерінің цифрлық құзыреттілігінің екі негізгі өлшемін дамытуға маңызды үлес қосатынын көрсетеді.

Кілт сөздер: цифрлық құзыреттілік, болашақ информатика мұғалімдері, DigCompEdu, AI-TPACK, ЖИ-ні қабылдау, AIM-5 моделі, Технологияны қабылдау моделі (ТАМ), квазиэксперименттік зерттеу.

DEVELOPMENT OF DIGITAL COMPETENCE OF FUTURE INFORMATICS TEACHERS THROUGH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

M. Bokan*, S. Makpyr, M. Tokanov

Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Republic of Kazakhstan, Kazakhstan

*e-mail: bokanmadina98@gmail.com, mssultan@inbox.ru, mansur_tokanov@mail.ru

Abstract. Artificial intelligence (AI) has been rapidly adopted in the educational system, which has transformed the digital competence standards for future informatics teachers. The concept of digital competence in this study is approached as a multidimensional construct, consisting of six dimensions from the European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu) such as professional engagement, digital resources, teaching and learning, assessment, empowering learner and facilitating learner's competence. The effectiveness of the AI Integration Methodology – Five Stages (AIM-5) Model is assessed in the development of two dimensions of digital competence of future informatics teachers in Kazakhstan: AI-TPACK knowledge (cognitive-pedagogical dimension corresponding to the areas of DigCompEdu: digital resources and teaching and learning) and AI acceptance / behavioural intention to integrate AI in teaching (attitudinal-behavioural dimension, corresponding to the area of DigCompEdu: professional engagement, grounded on the Technology Acceptance Model). A quasi-experimental pre-test/post-test non-equivalent control group design with 31 first-year students of Zhetysu University named after I. Zhansugurov was employed. The experimental group (EG, $n = 15$) participated in a fifteen-week AIM-5 programme delivered within the course «Introduction to Programming» while the control group (CG, $n = 16$) followed the standard curriculum. AI-TPACK knowledge was measured with a 20-item adapted scale (Cronbach's $\alpha = 0.83$) and AI acceptance with a validated 5-point Likert scale ($\alpha = 0.81$) based on the Technology Acceptance Model. Post-test results indicate that the EG outperformed the CG in AI-TPACK knowledge (EG: $M = 53.1$, $SD = 7.8$; CG: $M = 49.4$, $SD = 6.2$; gain +10.3 vs. +6.2 points; $t(29) = 1.47$, $p = 0.153$, Cohen's $d = 0.53$) and demonstrated a statistically significant advantage in AI acceptance (EG: $M = 4.18$, $SD = 0.51$; CG: $M = 3.62$, $SD = 0.60$; $t(29) = 2.81$, $p = 0.009$, Cohen's $d = 1.00$). These findings indicate that the AIM-5 Model makes a meaningful contribution to the development of two core dimensions of the digital competence of future informatics teachers within the DigCompEdu architecture.

Keywords: digital competence, future informatics teachers, DigCompEdu, AI-TPACK, AI acceptance, AIM-5 model, Technology Acceptance Model, quasi-experimental study.

Сведения об авторах:

Бокан Мадина* – докторант, Жетысуский университет имени И. Жансугурова (Казakhstan, г. Талдыкорган, e-mail: bokanmadina98@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0767-4094>).

Мақыр Сұлтан – докторант, Жетысуский университет имени И. Жансугурова (Казakhstan, г. Талдыкорган, e-mail: mssultan@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1326-7526>).

Токанов Мансур – PhD, Жетысуский университет имени И. Жансугурова (Казakhstan, г. Талдыкорган, e-mail: mansur_tokanov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3679-5485>).

Авторлар туралы мәліметтер:

Бокан Мадина* – докторант, І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті (Қазақстан, Талдықорған қ., e-mail: bokanmadina98@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0767-4094>).

Мақыр Сұлтан – докторант, І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті (Қазақстан, Талдықорған қ., e-mail: mssultan@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1326-7526>).

Токанов Мансур – PhD, І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті (Қазақстан, Талдықорған қ., e-mail: mansur_tokanov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3679-5485>).

Information about the authors:

Bokan Madina* – Doctoral Student, Zhetysu University named after I. Zhansugurov (Kazakhstan, Tal dykorgan, e-mail: bokanmadina98@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0767-4094>).

Makpyr Sultan – Doctoral Student, Zhetysu University named after I. Zhansugurov (Kazakhstan, Tal dykorgan, e-mail: mssultan@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1326-7526>).

Tokanov Mansur – PhD, Zhetysu University named after I. Zhansugurov (Kazakhstan, Tal dykorgan, e-mail: mansur_tokanov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3679-5485>).