

Увалиева С.К.,^{1*}  Камалова Г.Б.,²  Бркенова А.С.¹ 

¹Кокшетауский университет им. Ш.Уалиханова, г.Кокшетау, Казахстан

²Казахский национальный педагогический университет им. Абая,
г.Алматы, Казахстан

ИИ СИМУЛЯТОРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Аннотация

В условиях цифровизации образования и активного внедрения технологий искусственного интеллекта актуализируется проблема развития критического мышления будущих учителей математики, необходимого для анализа учебных ситуаций, аргументации решений и рефлексивной педагогической деятельности.

Цель исследования заключается в теоретическом обосновании и экспериментальной проверке возможностей использования ИИ-симуляторов, интегрированных с VR-технологиями, как инструмента развития критического мышления будущих учителей математики в процессе обучения профильной геометрии.

Методы исследования включали анализ научных источников, педагогический квазиэксперимент с контрольной и экспериментальной группами, диагностические методики оценки компонентов критического мышления, а также количественный и качественный анализ полученных данных. Эксперимент был реализован по схеме pretest–posttest с применением ИИ-симулятора в виртуальной реальности, обеспечивающего моделирование пространственных геометрических ситуаций и адаптивную обратную связь.

Результаты исследования показали статистически значимую положительную динамику уровней развития критического мышления студентов экспериментальной группы по сравнению с контрольной. Наиболее выраженные изменения зафиксированы по компонентам анализа, аргументации и рефлексии.

Ключевые выводы заключаются в том, что интеграция ИИ-симуляторов и VR-технологий в цифровую образовательную среду создаёт эффективные педагогические условия для целенаправленного развития критического мышления будущих учителей математики и повышения качества обучения профильной геометрии.

Ключевые слова: искусственный интеллект в образовании, ИИ-симуляторы, критическое мышление, будущие учителя математики, цифровая образовательная среда, виртуальная реальность (VR), профильная геометрия.

С.К.Увалиева,^{1*}  Г.Б.Камалова,²  А.С.Бркенова¹ 

¹Шоқан Уәлиханов атындағы Көкшетау университет, Көкшетау қ, Қазақстан

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университет, Алматы, Қазақстан

ЦИФРЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ ОРТАСЫНДА БОЛАШАҚ МАТЕМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ СЫНИ ОЙЛАУЫН ДАМЫТУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ ЖИ-СИМУЛЯТОРЛАРЫ

Аңдатпа

Білім беруді цифрландыру және жасанды интеллект технологияларын белсенді енгізу арқылы болашақ математика мұғалімдерінде білім беру жағдайларын талдау, шешімдерді пайымдау және рефлексивті педагогикалық қызмет үшін қажетті сыни ойлауды дамыту маңызды болып келеді.

Зерттеудің мақсаты - мамандандырылған геометрияны оқыту кезінде болашақ математика мұғалімдерінің сыни ойлауын дамыту құралы ретінде VR технологияларымен интеграцияланған жасанды интеллект симуляторларын пайдаланудың әлеуетін теориялық тұрғыдан негіздеу және эксперименттік түрде тексеру.

Зерттеу әдістеріне ғылыми дереккөздерді талдау, бақылау және эксперименттік топтармен педагогикалық квазиэксперимент, сыни ойлау компоненттерін бағалаудың диагностикалық әдістері және алынған деректерді сандық және сапалық талдау кірді. Эксперимент кеңістіктік геометриялық жағдайларды модельдеуді және бейімделгіш кері байланысты қамтамасыз ететін виртуалды шындыққағы жасанды интеллект симуляторын қолдана отырып, тест алдындағы-тесттен кейінгі дизайнды қолдана отырып жүзеге асырылды.

Зерттеу нәтижелері бақылау тобымен салыстырғанда эксперименттік топтағы оқушылардың сыни ойлау деңгейлерінде статистикалық тұрғыдан маңызды оң динамиканы көрсетті. Ең айқын өзгерістер талдау, пайымдау және рефлексия компоненттерінде тіркелді. Негізгі тұжырымдар - жасанды интеллект симуляторлары мен

виртуалды шындық технологияларын цифрлық білім беру ортасына интеграциялау болашақ математика мұғалімдерінде сыни ойлауды мақсатты түрде дамыту және мамандандырылған геометрияны оқыту сапасын жақсарту үшін тиімді педагогикалық жағдайлар жасайды.

Түйін сөздер: білім берудегі жасанды интеллект, жасанды интеллект симуляторлары, сыни ойлау, болашақ математика мұғалімдері, цифрлық білім беру ортасы, виртуалды шындық (ВР).

Uvaliyeva S.,^{1*}  Kamalova G.,²  Brkenova A.¹ 

¹Kokshetau University named after Shokan Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

AI SIMULATORS AS A TOOL FOR DEVELOPING CRITICAL THINKING IN FUTURE MATHEMATICS TEACHERS IN A DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Abstract

With the digitalization of education and the active implementation of artificial intelligence technologies, the development of critical thinking in future mathematics teachers, which is necessary for analyzing educational situations, reasoning behind decisions, and reflective pedagogical activity, is becoming increasingly important.

The aim of the study is to theoretically substantiate and experimentally test the potential of using AI simulators integrated with VR technologies as a tool for developing the critical thinking of future mathematics teachers while teaching specialized geometry.

The research methods included an analysis of scientific sources, a pedagogical quasi-experiment with control and experimental groups, diagnostic methods for assessing critical thinking components, and a quantitative and qualitative analysis of the data obtained. The experiment was implemented using a pretest-posttest design using an AI simulator in virtual reality, providing modeling of spatial geometric situations and adaptive feedback.

The study results showed statistically significant positive dynamics in the critical thinking development levels of students in the experimental group compared to the control group. The most pronounced changes were recorded in the components of analysis, reasoning, and reflection. The key findings are that the integration of AI simulators and VR technologies into the digital educational environment creates effective pedagogical conditions for the targeted development of critical thinking in future mathematics teachers and improving the quality of teaching specialized geometry.

Keywords: artificial intelligence in education, AI simulators, critical thinking, future mathematics teachers, digital educational environment, virtual reality (VR).

Введение. В условиях цифровизации образования и активного внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в образовательный процесс возрастает необходимость формирования у будущих учителей математики способности к критическому осмыслению информации, анализу учебных ситуаций и принятию обоснованных педагогических решений. Современная цифровая образовательная среда характеризуется высокой информационной насыщенностью и разнообразием источников, что требует от обучающихся развитых навыков критического мышления, обеспечивающих осознанное и рефлексивное использование знаний [1].

Критическое мышление рассматривается как одна из ключевых компетенций XXI века и отражено в стратегических документах, определяющих развитие системы образования, включая Концепцию развития образования Республики Казахстан до 2030 года [2], а также международные исследования качества образования (PISA) [3]. В данных документах подчеркивается необходимость формирования у обучающихся умений анализа, аргументации и самостоятельного принятия решений, особенно в условиях цифровой образовательной среды. Вместе с тем практика подготовки будущих учителей математики показывает, что развитие критического мышления студентов зачастую носит фрагментарный характер и не всегда обеспечено соответствующими методическими средствами [4].

В математическом образовании критическое мышление имеет особое значение, поскольку связано с анализом условий задач, построением доказательств, проверкой гипотез и оценкой корректности рассуждений. Это особенно актуально при обучении геометрии, где требуется развитое пространственное мышление и умение оперировать абстрактными объектами и их визуальными представлениями [5]. Традиционные методы обучения не всегда позволяют в

полной мере реализовать данные требования, что актуализирует поиск инновационных цифровых инструментов.

Особую роль в развитии критического мышления в математическом образовании играет формирование пространственного мышления, которое обеспечивает осознанное восприятие геометрических объектов, анализ их свойств и взаимосвязей. Исследования показывают, что использование визуальных и цифровых средств обучения способствует активизации аналитической и рефлексивной деятельности обучающихся при изучении геометрии [6].

Перспективным направлением в решении обозначенной проблемы является использование ИИ-симуляторов, позволяющих моделировать учебные и профессионально-педагогические ситуации, анализировать действия обучающихся и обеспечивать адаптивную обратную связь [7]. Современные ИИ-симуляторы всё чаще реализуются в виде виртуальных образовательных сред с применением технологий виртуальной реальности (VR), обеспечивающих эффект погружения, интерактивность и визуализацию сложных объектов и процессов. Интеграция ИИ-симуляторов и VR создаёт дополнительные условия для активного включения студентов в познавательную деятельность и целенаправленного развития критического мышления в процессе обучения геометрии.

Теоретические основы критического мышления представлены в трудах философов, психологов и педагогов. В концепции Р. Фасионе критическое мышление определяется как целенаправленный и саморегулируемый процесс, включающий анализ, интерпретацию, оценку, аргументацию и рефлексию, направленный на принятие обоснованных решений [8]. Данное понимание широко используется в педагогических исследованиях и положено в основу современных диагностических моделей.

Вместе с тем большинство исследований ориентировано либо на школьный уровень образования, либо носит общепедагогический характер, не учитывая специфику подготовки будущих учителей математики и особенности обучения геометрии в цифровой образовательной среде [9].

Современные международные исследования подчёркивают необходимость интеграции развития критического мышления в предметное обучение, включая математическое и естественно-научное образование [10]. В аналитических отчётах OECD указывается, что формирование критического мышления должно быть связано с решением проблемных и исследовательских задач, требующих анализа, аргументации и оценки альтернативных решений.

В системе подготовки будущих учителей математики данная проблема приобретает особую значимость, поскольку математическое образование предполагает высокий уровень аналитического и доказательного мышления, умение выявлять логические связи и оценивать корректность рассуждений [7]. Особое место в этом процессе занимает геометрия как раздел математики, требующий развитого пространственного мышления [8].

Современные исследования в области искусственного интеллекта в образовании показывают, что интеллектуальные обучающие системы и симуляторы способны адаптироваться к действиям обучающихся и обеспечивать персонализированную обратную связь [9]. В свою очередь, VR-технологии создают условия для иммерсивного моделирования абстрактных объектов и процессов, что способствует развитию аналитических и рефлексивных навыков [10–12].

В казахстанских исследованиях подчёркивается значимость цифровой образовательной среды в подготовке будущих педагогов и необходимость использования современных цифровых инструментов для развития профессионально значимых компетенций [11; 12]. Вместе с тем методические возможности ИИ-симуляторов и VR-сред в контексте развития критического мышления будущих учителей математики остаются недостаточно изученными, что подтверждает актуальность настоящего исследования.

Цель исследования — теоретически обосновать возможности использования ИИ-симуляторов, реализуемых в цифровой образовательной среде с применением VR-технологий, как инструмента развития критического мышления будущих учителей математики.

Научная значимость исследования заключается в уточнении роли ИИ-симуляторов и VR-технологий в развитии критического мышления в системе подготовки будущих учителей математики.

Практическая значимость состоит в возможности использования результатов исследования при проектировании учебных курсов, цифровых образовательных ресурсов и методических рекомендаций по обучению геометрии в условиях цифровой образовательной среды.

Основные положения. В результате теоретического анализа и экспериментальной работы сформулированы следующие основные положения:

— Развитие критического мышления будущих учителей математики в цифровой образовательной среде является более эффективным при интеграции ИИ-симуляторов и VR-технологий в предметное обучение профильной геометрии. Сочетание иммерсивного моделирования пространственных объектов и интеллектуальной адаптивной поддержки создаёт условия для активизации аналитической и рефлексивной деятельности студентов.

— ИИ-симулятор, реализованный в VR-среде, обеспечивает целенаправленное развитие ключевых компонентов критического мышления (анализ, аргументация, оценка, рефлексия) за счёт адаптивной обратной связи и вариативного моделирования учебных ситуаций. Интеллектуальная фиксация ошибок и генерация уточняющих вопросов стимулируют пересмотр стратегий решения и осознанную аргументацию.

— Иммерсивная VR-среда способствует развитию пространственного мышления как когнитивной основы формирования критического мышления в обучении геометрии. Работа с динамическими пространственными моделями облегчает переход от наглядного восприятия к доказательному и аналитическому рассуждению.

— Экспериментально подтверждено, что разработанная методика обучения профильной геометрии с использованием ИИ-симулятора и VR-среды обеспечивает статистически значимую положительную динамику уровней критического мышления по сравнению с традиционными методами обучения. Наиболее выраженные изменения зафиксированы по компонентам анализа, аргументации и рефлексии.

Материалы и методы. Исследование проводилось в формате педагогического квазиэксперимента с использованием схемы *pretest–posttest* с контрольной и экспериментальной группами (*Pretest* — измерение *до* обучения; *Posttest* — измерение *после* обучения). Эксперимент был направлен на выявление влияния ИИ-симулятора, интегрированного с VR-средой, на развитие критического мышления будущих учителей математики в процессе обучения профильной геометрии.

Выбор экспериментального дизайна обусловлен результатами ранее проведённых эмпирических исследований, которые показывают, что уровень владения студентами — будущими учителями — методами и технологиями критического мышления, а также навыками их практического применения в реальных педагогических ситуациях, остаётся недостаточным у значительной части студентов педагогических направлений подготовки, что подтверждается результатами отечественных исследований [5; 10; 11; 12]. Это подтверждает необходимость внедрения инновационных образовательных инструментов, ориентированных на практическую отработку аналитических и рефлексивных умений.

В эксперименте приняли участие 102 студента по направления подготовки «БВ015 Подготовка учителей по естественнонаучным предметам», в том числе 42 студента групп МК241 и МК242, 23 студента группы МИК241, а также 37 студентов групп МФК241 и МФК242. Распределение участников исследования по полу, образовательным программам и экспериментальным группам представлено в таблице 1.

Таблица 1. Социально-демографические и учебные характеристики выборки исследования

Показатель	Категория	Количество	%
Пол	Женщины	58	56,9
	Мужчины	44	43,1
Курс	МК	42	41,2
	МИК	23	22,5
	МФК	37	36,3
Группа	Экспериментальная	51	50,0
	Контрольная	51	50,0

В качестве предметной области исследования была выбрана геометрия, поскольку именно данный раздел математики требует активного использования аналитического, доказательного и пространственного мышления.

В рамках формирующего этапа в экспериментальной группе обучение осуществлялось с использованием ИИ-симулятора, реализованного в VR-среде, который позволял:

- моделировать пространственные геометрические объекты и ситуации;
- варьировать условия задач и наблюдать изменения результатов;
- анализировать ошибки и альтернативные стратегии решения.

ИИ-симулятор обеспечивал адаптивную обратную связь, автоматизированную фиксацию действий обучающихся и генерацию уточняющих вопросов, направленных на развитие анализа, аргументации и рефлексии.

В контрольной группе обучение проводилось с использованием традиционных методов и стандартных цифровых средств без применения VR-сред и интеллектуальной адаптации.

Для оценки эффективности экспериментальной методики использовался комплекс количественных и качественных методов.

Критическое мышление рассматривалось как совокупность следующих компонентов:

- анализ условий геометрических задач;
- выдвижение и проверка гипотез;
- аргументация и доказательство решений;
- оценка корректности рассуждений;
- рефлексия стратегии решения.

Для диагностики применялась критериальная рубрика, включающая уровневую оценку указанных компонентов на констатирующем и контрольном этапах.

Предметная подготовка по геометрии оценивалась на основе выполнения заданий профильного уровня, ориентированных на пространственное мышление и доказательные рассуждения.

Дополнительно анализировались данные о действиях студентов, автоматически фиксируемые ИИ-симулятором, включая последовательность шагов при решении задач, количество попыток, характер допущенных ошибок и изменения стратегий рассуждений.

Эксперимент включал три последовательных этапа:

1. Констатирующий этап — диагностика исходного уровня критического мышления и предметных знаний по геометрии.

2. Формирующий этап — обучение геометрии с использованием ИИ-симулятора и VR-среды в экспериментальной группе.

3. Контрольный этап — повторная диагностика и сравнительный анализ результатов экспериментальной и контрольной групп.

Обработка результатов исследования осуществлялась с использованием методов:

- сравнительного анализа средних значений показателей до и после эксперимента;
- анализа динамики уровней развития критического мышления;

- качественного анализа типичных ошибок и стратегий рассуждений студентов.

Исследование проводилось с соблюдением этических норм педагогических исследований. Участие студентов было добровольным, результаты анализировались в обобщённом виде. Особое внимание уделялось вопросам этичного использования ИИ-технологий, включая недопущение подмены самостоятельной мыслительной деятельности обучающихся автоматизированными решениями, что соответствует современным требованиям к интеграции ИИ в образовательный процесс.

Результаты. Полученные результаты соотносятся с выводами зарубежных и казахстанских исследований, подтверждающих, что формирование высших когнитивных навыков наиболее эффективно при интеграции цифровых инструментов в предметный контекст обучения [10; 13; 14]. В отличие от существующих ИИ-симуляторов, ориентированных преимущественно на визуализацию или тренировку отдельных навыков, разработанная методика предполагает системную интеграцию когнитивных и предметных целей обучения.

Интеграция ИИ-симуляторов и VR-технологий в цифровую образовательную среду подготовки будущих учителей математики создаёт методические предпосылки для целенаправленного развития критического мышления, что подтверждается результатами как зарубежных, так и казахстанских исследований (таб. 2).

Таблица 2. Применение ИИ и VR для развития критического мышления в обучении (ключевые авторы и их работы)

Автор	Страна	Область исследования	Основные работы	Вклад в развитие критического мышления
Facione P.A.	США	Теория критического мышления	Critical Thinking: What It Is and Why It Counts	Определил структуру КМ (анализ, интерпретация, оценка, рефлексия)
OECD	Международная	Образовательная политика	Fostering Students' Creativity and Critical Thinking	Обосновал необходимость интеграции КМ в предметное обучение
Baker R.	США	ИИ в образовании	Работы по Educational Data Mining	Показал роль ИИ в адаптивном обучении и развитии аналитических навыков
Dalgarno M., Lee M.J.W.	Австралия	VR в STEM-образовании	Learning affordances of immersive virtual reality	Доказали влияние VR на развитие пространственного и аналитического мышления
Radianti J. et al.	Норвегия	VR в образовании	Systematic review of immersive VR	Подтвердили влияние VR на формирование высших когнитивных навыков
Маkранскы G., Petersen G.B.	Дания	VR и когнитивные процессы	Исследования когнитивной нагрузки в VR	Обосновали условия развития критического мышления в VR-средах
Сыздыкова А.Ж., Баймуханбетова Г.К.	Казахстан	Цифровая образовательная среда	Статьи в Вестнике КазНПУ	Показали роль ЦОС в развитии аналитических и рефлексивных умений будущих педагогов
Мырзатаева Г.Н.	Казахстан	Критическое мышление будущих учителей	Статьи в Вестнике КазНПУ	Обосновала методические условия развития критического мышления студентов педвузов
Ахметова Б.С., Утемисова А.К.	Казахстан	Методика обучения геометрии	Статьи по пространственному мышлению	Доказали эффективность цифровых средств для развития пространственного и логического мышления
Увалиева С.К.	Казахстан	Подготовка учителей математики	Публикации автора	Раскрыта роль пространственного мышления и цифровых средств в обучении геометрии

Анализ представленных исследований позволяет сделать вывод о том, что сочетание ИИ-подходов и VR-технологий усиливает возможности развития критического мышления за счёт моделирования учебных ситуаций, требующих анализа, аргументации и рефлексии.

К числу наиболее известных цифровых симуляторов относятся платформы PhET, Labster, SimSchool, ClassSim, Kognito, Minecraft Education Edition и TeachLivE. Их функциональные возможности различаются в зависимости от целей применения и предметной направленности. Так, симуляторы PhET и Labster преимущественно ориентированы на визуализацию физических и естественно-научных процессов и способствуют формированию экспериментальных и аналитических навыков. Вместе с тем их потенциал в развитии критического мышления реализуется опосредованно и не всегда сопровождается целенаправленной методической поддержкой.

ИИ-симуляторы педагогической направленности (SimSchool, ClassSim, Kognito, TeachLivE) ориентированы на моделирование профессионально-педагогических ситуаций и позволяют будущим учителям отрабатывать навыки принятия решений, анализа поведения учащихся и рефлексии педагогических действий.

Ниже представлена сводная сравнительная столбчатая диаграмма (рис. 1):

она позволяет увидеть, какие функции у разных ИИ-симуляторов и обучающих платформ выражены сильнее.

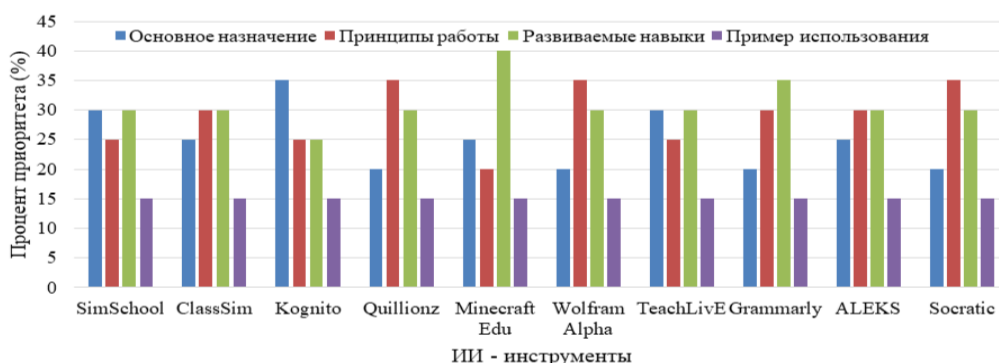


Рисунок 1. Сравнительная диаграмма функции ИИ-симуляторов для развития критического мышления

Проценты отражают относительное значение каждой функции в контексте критического мышления и педагогической подготовки, суммарно по каждому инструменту — 100%.

Однако анализ их функционала показывает, что развитие критического мышления в предметном контексте, в частности при обучении математике и геометрии, представлено фрагментарно и не является системообразующей задачей данных симуляторов.

Существенным ограничением большинства существующих ИИ-симуляторов является недостаточная интеграция предметного содержания и когнитивных целей обучения. В частности, при обучении геометрии акцент часто делается на визуализацию объектов и выполнение алгоритмических действий, тогда как анализ условий задач, построение доказательств, оценка корректности рассуждений и рефлексия стратегий решения остаются за пределами симуляционного моделирования.

В этой связи особый интерес представляет использование ИИ-симуляторов, реализованных в виртуальной реальности (VR), которые обеспечивают эффект погружения и позволяют моделировать сложные пространственные геометрические ситуации. VR-среды расширяют возможности работы с абстрактными объектами, способствуют развитию пространственного мышления и создают условия для активного анализа и интерпретации геометрических взаимосвязей. Однако без интеллектуальной поддержки и адаптивной обратной связи потенциал VR-технологий также остаётся ограниченным.

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о том, что наиболее перспективным направлением является интеграция ИИ-симуляторов и VR-технологий в единую цифровую образовательную среду подготовки будущих учителей математики. Такая интеграция позволяет сочетать иммерсивное моделирование геометрических объектов с интеллектуальным анализом действий обучающихся, адаптацией учебных сценариев и целенаправленным развитием компонентов критического мышления — анализа, аргументации, оценки и рефлексии.

На основе анализа существующих ИИ-симуляторов и цифровых образовательных платформ были выделены ключевые методические требования к разработке и использованию ИИ-симуляторов в подготовке будущих учителей математики:

- ориентация на предметное содержание профильной геометрии;
- моделирование вариативных и проблемных учебных ситуаций;
- обеспечение адаптивной обратной связи и интеллектуального сопровождения;
- стимулирование аналитической и рефлексивной деятельности обучающихся;
- интеграция VR-среды как средства развития пространственного мышления.

Сформулированные положения легли в основу экспериментальной методики обучения профильной геометрии с использованием ИИ-симулятора и VR-среды, эффективность которой была проверена в ходе педагогического эксперимента, результаты которого представлены ниже.

Результаты экспериментального исследования направлены на выявление эффективности использования ИИ-симулятора, интегрированного с VR-средой, в развитии критического мышления будущих учителей математики при обучении профильной геометрии. Анализ проводился на основе сопоставления данных, полученных на констатирующем и контрольном этапах эксперимента в экспериментальной и контрольной группах.

Оценка результатов осуществлялась по выделенным компонентам критического мышления: анализ, аргументация, оценка и рефлексия, что позволило выявить как количественные, так и качественные изменения в учебной деятельности студентов.

На констатирующем этапе были определены исходные уровни развития критического мышления студентов экспериментальной и контрольной групп. Полученные данные свидетельствуют о преобладании *низкого и среднего уровней* сформированности критического мышления у большинства участников исследования (таб. 3).

Таблица 3. Уровни развития критического мышления студентов на констатирующем этапе (%)

Уровень	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Низкий	41,2	39,8
Средний	44,1	45,6
Высокий	14,7	14,6
Итого	100	100

Существенных различий между экспериментальной и контрольной группами на начальном этапе выявлено не было, что подтверждает их сопоставимость и корректность экспериментального дизайна.

В ходе формирующего этапа в экспериментальной группе обучение геометрии осуществлялось с использованием ИИ-симулятора и VR-среды. Анализ деятельности студентов показал повышение их познавательной активности, увеличение числа аргументированных рассуждений и осознанных попыток доказательства, а также рост рефлексивных умений при оценке собственных решений.

В контрольной группе изменения носили менее выраженный характер и в основном были связаны с накоплением предметных знаний без существенного роста аналитических и рефлексивных компонентов мышления.

Сравнительный анализ данных констатирующего и контрольного этапов позволил выявить положительную динамику уровней развития критического мышления студентов экспериментальной группы до и после формирующего этапа, представлен в таблице 4.

Таблица 4. Динамика уровней развития критического мышления в экспериментальной группе (%)

Уровень	Констатирующий этап	Контрольный этап
Низкий	41,2	17,6
Средний	44,1	50,0
Высокий	14,7	32,4
Итого	100	100

Наглядное представление динамики уровней развития критического мышления студентов экспериментальной группы до и после формирующего этапа эксперимента представлено на рисунке 2.

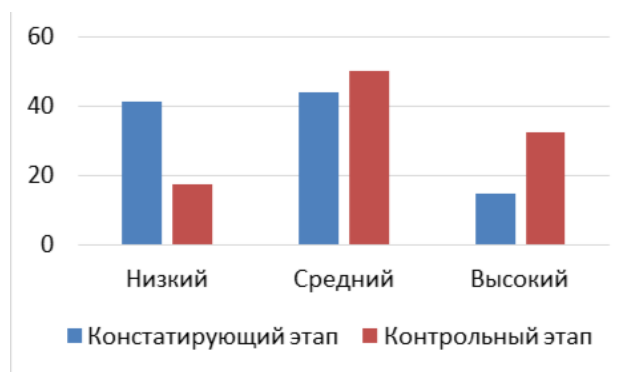


Рисунок 2. Динамика уровней критического мышления в экспериментальной группе

В экспериментальной группе наблюдается существенное снижение доли студентов с низким уровнем и значительный рост доли обучающихся с высоким уровнем критического мышления.

В контрольной группе изменения выражены слабее (таб. 5), что свидетельствует о более высокой эффективности экспериментальной методики.

Таблица 5. Динамика уровней развития критического мышления в контрольной группе (%)

Уровень	Констатирующий этап	Контрольный этап
Низкий	39,8	33,3
Средний	45,6	47,1
Высокий	14,6	19,6
Итого	100	100

Сравнительная динамика уровней развития критического мышления студентов экспериментальной и контрольной групп на констатирующем и контрольном этапах эксперимента представлена в виде столбчатой диаграммы на рисунке 3.

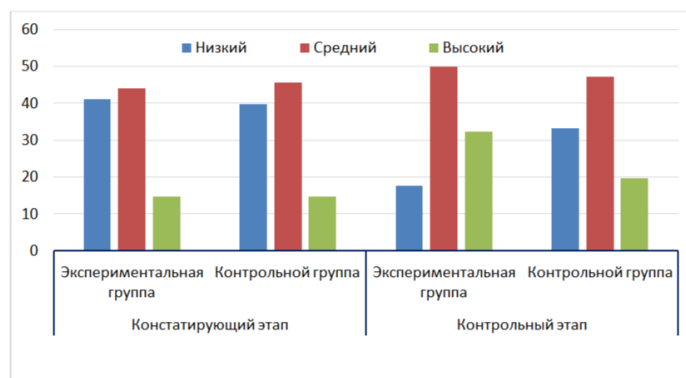


Рисунок 3. Сравнительная динамика уровней развития критического мышления студентов экспериментальной и контрольной групп

Дополнительный анализ показал, что наибольшие изменения в экспериментальной группе произошли по следующим компонентам: анализ условий геометрических задач; аргументация и доказательство решений; рефлексия стратегий рассуждений.

Использование VR-среды способствовало более глубокому осмыслению пространственных отношений между геометрическими объектами, а ИИ-симулятор обеспечивал интеллектуальную поддержку и стимулировал осознанный анализ допущенных ошибок.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование ИИ-симуляторов, интегрированных с VR-технологиями, в процессе обучения профильной геометрии способствует более эффективному развитию критического мышления будущих учителей математики по сравнению с традиционными методами обучения. Это подтверждается как количественными показателями динамики уровней, так и качественными изменениями в характере рассуждений обучающихся.

Обсуждение. Полученные в ходе экспериментального исследования результаты позволяют сделать ряд значимых выводов о влиянии ИИ-симулятора, интегрированного с VR-средой, на развитие критического мышления будущих учителей математики в процессе обучения профильной геометрии.

Отсутствие существенных различий между экспериментальной и контрольной группами на констатирующем этапе подтверждает их сопоставимость и корректность экспериментального дизайна. Преобладание низкого и среднего уровней критического мышления у большинства студентов на начальном этапе согласуется с выводами отечественных исследователей, указывающих на недостаточную сформированность аналитических и рефлексивных умений у обучающихся педагогических вузов при традиционной организации учебного процесса. Это подтверждает актуальность поиска эффективных цифровых инструментов, ориентированных не только на усвоение предметного содержания, но и на развитие когнитивных компетенций.

Выявленная в экспериментальной группе положительная динамика уровней критического мышления после формирующего этапа свидетельствует о высокой эффективности разработанной методики. Существенное снижение доли студентов с низким уровнем и рост числа обучающихся с высоким уровнем критического мышления позволяют утверждать, что использование ИИ-симулятора и VR-среды создало условия для активизации аналитической и рефлексивной деятельности студентов. В отличие от традиционного обучения, где преобладают репродуктивные формы работы, экспериментальная методика ориентировала студентов на осознанный анализ условий геометрических задач, выдвижение гипотез и аргументацию решений.

Сравнение динамики экспериментальной и контрольной групп показывает, что в контрольной группе изменения носили менее выраженный характер и в основном были связаны с накоплением предметных знаний без существенного развития компонентов критического мышления. Данный результат подтверждает выводы зарубежных исследований, согласно которым само по

себе использование цифровых средств без интеллектуальной адаптации и проблемно-ориентированных заданий не обеспечивает значимого роста критического мышления обучающихся.

Особого внимания заслуживает анализ компонентов критического мышления, по которым были зафиксированы наибольшие изменения. Рост показателей по таким компонентам, как анализ, аргументация и рефлексия, может быть объяснён особенностями используемого ИИ-симулятора. Адаптивная обратная связь, автоматизированная фиксация ошибок и генерация уточняющих вопросов стимулировали студентов к пересмотру собственных стратегий решения и более осознанному принятию решений. Эти выводы согласуются с результатами исследований, в которых подчёркивается значимость интеллектуальной поддержки обучающихся для развития высших когнитивных навыков.

Вклад VR-среды проявился прежде всего в развитии пространственного мышления и более глубоком понимании геометрических взаимосвязей. Иммерсивный характер виртуальной реальности позволил студентам работать с пространственными объектами в динамике, что облегчало переход от наглядных представлений к абстрактным рассуждениям. Полученные результаты подтверждают выводы других исследователей о том, что VR-технологии наиболее эффективны при обучении дисциплинам, связанным с пространственными и абстрактными объектами, при условии их методически обоснованной интеграции в учебный процесс.

Таким образом, результаты исследования расширяют существующие научные представления о возможностях применения ИИ-симуляторов и VR-технологий в педагогическом образовании. В отличие от ранее проведённых работ, где данные технологии рассматривались преимущественно как средства визуализации или тренировки отдельных навыков, в данном исследовании показано, что их интеграция может выступать эффективным инструментом целенаправленного развития критического мышления будущих учителей математики в предметном контексте профильной геометрии.

Заключение.

1. В ходе исследования установлено, что интеграция ИИ-симуляторов и VR-технологий в процесс обучения профильной геометрии создаёт благоприятные педагогические условия для целенаправленного развития критического мышления будущих учителей математики. Полученные результаты подтверждают, что данные технологии могут выступать не только как средства визуализации, но и как инструменты формирования высших когнитивных умений.

2. Экспериментальные данные свидетельствуют о значительно более выраженной положительной динамике уровней развития критического мышления у студентов экспериментальной группы по сравнению с контрольной. Существенное снижение доли обучающихся с низким уровнем и рост числа студентов с высоким уровнем критического мышления подтверждают эффективность разработанной методики.

3. Установлено, что наибольшие изменения в экспериментальной группе произошли по таким компонентам критического мышления, как анализ условий задач, аргументация решений и рефлексия стратегий рассуждений. Это позволяет сделать вывод о том, что адаптивная обратная связь и интеллектуальное сопровождение, реализованные в ИИ-симуляторе, способствуют осознанной и аналитической учебной деятельности студентов.

4. Использование VR-среды в обучении геометрии оказало положительное влияние на развитие пространственного мышления и понимание абстрактных геометрических взаимосвязей. Иммерсивный характер виртуальной реальности обеспечил переход от наглядных представлений к более глубокому аналитическому осмыслению учебного материала, что усилило эффект формирования критического мышления.

5. Полученные результаты дополняют и уточняют выводы отечественных и зарубежных исследований, показывая, что наибольший педагогический эффект достигается при методически обоснованной интеграции ИИ и VR, а не при их фрагментарном использовании в образовательном процессе.

6. Практическая значимость исследования заключается в возможности использования предложенной методики в системе подготовки будущих учителей математики, а также при

разработке элективных курсов и цифровых образовательных модулей по геометрии. Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением экспериментальной выборки, углублённым анализом отдельных компонентов критического мышления и разработкой специализированных ИИ-симуляторов для других разделов геометрического образования.

Благодарности. Особая признательность выражается студентам за участие в данном эксперименте, активную познавательную позицию и заинтересованность в учебном процессе, а также за готовность к сотрудничеству в ходе внедрения инновационных цифровых технологий обучения.

Отдельная признательность коллегам кафедры математика, физика и информатика Кокшетауского университета им. Ш.Уалиханова, содействовавших организации и проведению экспериментального исследования, за методическую помощь, профессиональное сотрудничество и конструктивные обсуждения в ходе реализации экспериментальной работы.

Список использованной литературы

1. Redecker C. *European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu)*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. 95 p.
2. Концепция развития образования Республики Казахстан до 2030 года. Астана, 2023.
3. PISA–2025: *International Programme for International Student Assessment*. OECD.
4. Барьеры для создания педагогических условий развития критического мышления в вузах. *Педагогика*. 2020. № 9. С. 45–54.
5. Ахметова Б.С., Утемисова А.К. Развитие пространственного мышления обучающихся средствами цифровых технологий в обучении геометрии. *Вестник КарГУ. Серия «Педагогика»*. 2021. №3(103). С. 58–66.
6. Увалиева С.К., Куттыкожаева Ш.Н. О роли пространственного мышления при изучении геометрии // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. — 2021. — С.45–48.
7. Сысоев П.В. Искусственный интеллект в образовании: осведомлённость, готовность и практика применения. *Высшее образование в России*. 2023. Т. 32. № 10. С. 9–28.
8. Facione P.A. *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Insight Assessment, 2015.
9. Мырзатаева Г.Н. Исследование развития критического мышления будущих учителей. *Вестник КарГУ. Серия «Педагогика»*. 2021. № 3(103). С. 43–50.
10. OECD. *Fostering Students' Creativity and Critical Thinking: What It Means in School*. Paris: OECD Publishing, 2019.
11. Сыздыкова А.Ж., Баймуханбетова Г.К. Цифровая образовательная среда в системе подготовки будущих педагогов. *Вестник КазНПУ имени Абая. Серия «Педагогические науки»*. 2022. № 4(76). С. 45–52.
12. Dalgarno M., Lee M.J.W. *Learning affordances of immersive virtual reality environments*. *Computers & Education*. 2010. Vol. 55(1). P. 10–22.
13. Radianti J., Majchrzak T.A., Fromm J., Wohlgenannt I. *A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education*. *Education and Information Technologies*. 2020. Vol. 25. P. 495–520.
14. Makransky G., Petersen G.B., *Immersive virtual reality and cognitive engagement*. *Learning and Instruction*. 2021. Vol. 75. 101492.

References:

1. Redecker C. *European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu)*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017, 95 p.
2. *Kontseptsiya razvitiya obrazovaniya Respubliki Kazakhstan do 2030 goda [Concept for the Development of Education of the Republic of Kazakhstan until 2030]*. Astana, 2023.
3. PISA–2025: *International Programme for International Student Assessment*. OECD.
4. *Bar'ery dlya sozdaniya pedagogicheskikh uslovii razvitiya kriticheskogo myshleniya v vuzakh [Barriers to Creating Pedagogical Conditions for the Development of Critical Thinking in Higher Education]*. *Pedagogika*, 2020, no. 9, pp. 45–54.
5. Akhmetova B.S., Utemisova A.K. *Razvitie prostranstvennogo myshleniya obuchayushchikhsya sredstvami tsifrovyykh tekhnologii v obuchenii geometrii [Development of Students' Spatial Thinking by Means of Digital Technologies in Teaching Geometry]*. *Vestnik KarGU. Seriya "Pedagogika"*, 2021, no. 3(103), pp. 58–66.
6. Uvaliyeva S.K., Kutykozhaeva Sh.N. *O roli prostranstvennogo myshleniya pri izuchenii geometrii [On the Role of Spatial Thinking in Studying Geometry]*. In: *Sbornik materialov Respublikanskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, 2021, pp. 45–48.
7. Sysoev P.V. *Iskusstvennyi intellekt v obrazovanii: osvedomlennost', gotovnost' i praktika primeneniya [Artificial Intelligence in Education: Awareness, Readiness, and Practice of Application]*. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2023, vol. 32, no. 10, pp. 9–28.
8. Facione P.A. *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Insight Assessment, 2015.
9. Myrzataeva G.N. *Issledovanie razvitiya kriticheskogo myshleniya budushchikh uchitelei [Study of the Development of Critical Thinking of Future Teachers]*. *Vestnik KarGU. Seriya "Pedagogika"*, 2021, no. 3(103), pp. 43–50.

10. OECD. *Fostering Students' Creativity and Critical Thinking: What It Means in School*. Paris: OECD Publishing, 2019.

11. Syzdykova A.Zh., Baimukhanbetova G.K. *Tsifrovaya obrazovatel'naya sreda v sisteme podgotovki budushchikh pedagogov [Digital Educational Environment in the System of Future Teachers' Training]*. Vestnik KazNPU imeni Abaya. Seriya "Pedagogicheskie nauki", 2022, no. 4(76), pp. 45–52.

12. Dalgarno M., Lee M.J.W. *Learning affordances of immersive virtual reality environments*. Computers & Education, 2010, vol. 55(1), pp. 10–22.

13. Radianti J., Majchrzak T.A., Fromm J., Wohlgenannt I. *A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education*. Education and Information Technologies, 2020, vol. 25, pp. 495–520.

14. Makransky G., Petersen G.B. *Immersive virtual reality and cognitive engagement*. Learning and Instruction, 2021, vol. 75, 101492.

ГТАХР 14.29.01

<https://doi.org/10.51889/2959-5762.2026.89.1.019>

А.Б.Шадырова,^{1*}  А.Б.Дошыбеков¹ 

¹ Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университет,
Алматы қ., Қазақстан

ПЕДАГОГТАРҒА ИНКЛЮЗИВТІ БІЛІМ БЕРУДЕ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ

Аңдатпа

Мақалада автор орта білім беру ұйымдарында инклюзивті білім берудің қазіргі заманның басым бағыттарының бірі – цифрлық технологиялардың дамуы, ол оқыту мен оқыту сапасын арттыруға бағытталған маңызды қадам болып табылады. Цифрландыру әлемдік экономикалық дамудың негізгі трендіне айналып, білім беру саласында жетекші орын алуда.

Автор электрондық білім беру ортасын басқарудың ақпараттық және коммуникациялық әдістеріне сипаттама беруге талпыныс жасаған. Әдебиеттерді талдау нәтижесінде ғалымдар цифрлық білім беру ортасының құрылымына үш компонентті енгізетіні анықталды: жағдайлар (платформа және оқыту ақпаратын ұсыну формасы), мазмұн (ақпараттың өзі), нәтиже (тиісті құзыреттердің қалыптасу деңгейі).

Зерттеушілер инклюзивті білім беруді дамытуда цифрлық технологияларды қолдану «е-инклюзия (e-inclusion)» ұғымымен белгіленетінін атап өтеді, яғни цифрлық технологиялар – бұл цифрлық құрылғылар мен ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың жиынтығы. Инклюзивті білім беру міндеттерін шешуге байланысты цифрлық құрылғылардың мынадай санаттары бөлінеді: жаттықтыру мен қайталауға арналған цифрлық құрылғылар; оқытуда көмек көрсетуге арналған (assist) цифрлық құрылғылар; оқытудың мүмкіндіктерін кеңейтуге арналған (enable) цифрлық құрылғылар (К. Эббот).

Түйін сөздер: инклюзивті білім беру, цифрландыру, цифрлық құрылғылар, e-inclusion, платформа.

Шадырова А.Б.,^{1*}  Дошыбеков А.Б.¹ 

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
г.Алматы, Казахстан

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕДАГОГАМИ В ИНКЛЮЗИВНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация

Развитие цифровых технологий является одним из приоритетов современной эпохи, важнейшим шагом к повышению качества обучения и преподавания. Цифровизация является основным трендом современного этапа мирового экономического развития и захватывает лидирующие места в образовании.

Автор попытался дать характеристику информационных, коммуникационных методов электронной образовательной среды управления. На основе анализа литературы было выявлено, что в структуру цифровой образовательной среды ученые включают три компонента: условия (платформа и форма предоставления обучающей информации), содержание (собственно информация), результат (уровень сформированности соответствующих компетенции).