

М.Б. Мухашева 

Жетысуский университет им. И. Жансугурова, Казахстан, г. Талдыкорган
e-mail: mika.m.b@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КУРСА РОБОТОТЕХНИКИ ПОСРЕДСТВОМ ВИЗУАЛЬНО-БЛОЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ SCRATCH НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ МЫШЛЕНИЕ МЛАДШЕКЛАССНИКОВ

Статья рассматривает влияние курса робототехники с использованием инструмента Scratch 3.0 на вычислительное мышление учащихся начальной школы. Исследование проводилось на базе КГУ «IT школа-лицей № 28 имени Кулжабая Касымова» в Казахстане с участием 48 учеников 3 класса с базовыми навыками программирования, разделённых на контрольную и экспериментальную группы. До начала эксперимента всем участникам было предложено выполнить задание по созданию робота в Scratch 3.0. Ученики экспериментальной группы на протяжении двух недель посещали занятия по робототехнике, а участники контрольной группы обучались по классической программе. По окончании исследования перед участниками обеих групп стояла задача создания игры. Работы учеников до и после эксперимента оценивались платформой Dr. Scratch. Данные проанализированы с использованием описательной статистики для изучения средних групповых значений и подсчёта стандартных отклонений. С целью изучения влияния использования инструмента Scratch 3.0 на вычислительное мышление школьников выполнен независимый двусторонний t-тест для оценки размеров межгрупповых различий. Результаты теста вычислительного мышления по окончании эксперимента у учащихся начальных классов, выполнявших практические задания по Scratch, были статистически значимо выше на 31,8% по сравнению с их сверстниками, посещавшими обычные занятия ($P < 0,001$), что свидетельствует об улучшении показателя вычислительного мышления участников экспериментальной группы.

Ключевые слова: робототехника, визуально-блочное программирование, Scratch, вычислительное мышление, школьники.

M.B. Mukhasheva

Zhetysu State University named after I. Zhansugurov, Kazakhstan, Taldykorgan
e-mail: mika.m.b@mail.ru

Impact of robotics within Scratch block-based visual programming on computational thinking in primary school students

This paper examines the impact of a robotics course using the Scratch 3.0 tool on the computational thinking of elementary school students. The study was conducted at the KSU «IT school-lyceum № 28 named after Kuljabai Kasymov» in Kazakhstan among 48 third-graders with basic programming skills, divided into a control group and an experimental one. Prior to the experiment, all participants were asked to create a robot in Scratch 3.0. The students in the experimental group attended robotics classes for two weeks, while the participants in the control group followed conventional curriculum. Upon completion of the course, participants in both groups were tasked with creating a game. The students' projects before and after the experiment were scored using the Dr. Scratch platform. The data were analyzed using descriptive statistics to obtain group averages and standard deviations. In order to examine the effect of using the Scratch 3.0 tool on students' computational thinking, an independent two-tailed t-test was performed to estimate the size of between-group differences. Post-test computational thinking scores of the students who completed practical tasks on Scratch were significantly higher by 31.8% compared to their peers who attended regular classes ($P < 0.001$), indicating an improved computational thinking in the experimental group participants.

Key words: robotics, block-based programming, Scratch, computational thinking, schoolchildren.

М.Б. Мухашева

I. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан, Талдықорған қ.

*e-mail: mika.m.b@mail.ru

Scratch визуалды-блоқтық бағдарламалау арқылы робототехника курсының бастауыш сынып оқушыларының есептеу ойлауына әсері

Мақалада Scratch 3.0 құралын қолданатын робототехника курсының бастауыш сынып оқушыларының есептеу ойлауына әсері қарастырылады. Зерттеу Қазақстандағы «Құлжабай Қасымов атындағы № 28 ІТ мектеп-лицейі» КММ базасында бақылау және эксперименттік топтарға бөлінген бағдарламалаудың базалық дағдылары бар 3 сыныптың 48 оқушысының қатысуымен жүргізілді. Эксперимент басталғанға дейін барлық қатысушылардан Scratch 3.0-де робот жасау тапсырмасын орындау сұралды. Эксперименттік топтың оқушылары екі апта бойы робототехника сабақтарына қатысты, ал бақылау тобының қатысушылары классикалық бағдарлама бойынша оқыды. Зерттеу аяқталғаннан кейін екі топқа қатысушылардың алдында ойын құру міндеті тұрды. Студенттердің экспериментке дейінгі және кейінгі жұмыстары DR платформасымен бағаланды. Scratch. Деректер топтық орташа мәндерді зерттеу және стандартты ауытқуларды санау үшін сипаттамалық статистиканы қолдану арқылы талданады. Scratch 3.0 құралын қолданудың оқушылардың есептеу ойлауына әсерін зерттеу мақсатында топ аралық айырмашылықтардың мөлшерін бағалау үшін тәуелсіз екі жақты t-тест орындалды. Scratch бойынша практикалық тапсырмаларды орындаған бастауыш сынып оқушыларында эксперимент аяқталғаннан кейін есептеу ойлау тестінің нәтижелері әдеттегі сабақтарға қатысқан құрдастарымен салыстырғанда статистикалық тұрғыдан 31,8% – ға жоғары болды ($p < 0,001$), бұл эксперименттік топ қатысушыларының есептеу ойлау көрсеткішінің жақсарғанын көрсетеді.

Түйін сөздер: робототехника, визуалды-блоқтық бағдарламалау, Scratch 3.0, есептеу ойлау, мектеп оқушылары.

Введение

Поддержка творческих и инновационных идей у младших школьников должна быть приоритетной задачей для каждого учителя начальных классов. Однако для того, чтобы личность смогла проявить свои способности в полной мере, требуется определённая образовательная среда, в связи с чем национальные образовательные программы и частные инициативы отдают приоритет науке, технологиям, инженерному делу и развитию математической грамотности (STEM) с акцентом на кодирование и вычислительное мышление (Mukhasheva, 2023: 1684) [1].

Профессор А. Мынбаева в одной из своих работ акцентирует внимание на том, что построение общества знаний способствует формулированию новых основ обучения на базе междисциплинарности, новых концепций и теорий трансфера и диффузии знаний, информации, технологий, культуры (Мынбаева, 2022: 14) [2]. Благодаря междисциплинарному интеграционному подходу, STEM-образование способствует формированию личностей, открытых для исследований, проектирования, логического решения проблем, сотрудничества и коммуникации; у школьников зарождаются навыки любознательности, постановки вопросов и поисков ответов на них, формируются такие черты характера, как

добросовестность и ответственность, при этом возникает осознание того, что совершение ошибок неизбежно и естественно.

В образовательных учреждениях практическим способом сочетания учебного контента с технологиями является образовательная робототехника (Castro, 2022) [3]. Огромное количество отечественных и зарубежных исследований по данному направлению подтверждают, что за последние несколько лет оно стало весьма популярным в мировом образовательном пространстве, включая начальное образование (Madariaga, 2023; Yu, 2023) [4, 5].

Для успешного освоения робототехники обучающемуся требуется развить ряд навыков, основной из которых – «мышление программиста», или «электронное мышление», включающий системное, логическое и критическое мышление, формирование суждений и принятие решений, креативность, коммуникабельность и настойчивость. Кроме того, требуется хорошо знать математику и естественные науки. Все вышеперечисленные навыки можно с лёгкостью развивать при помощи образовательной среды Scratch (<https://scratch.mit.edu/>), основанной на блоках визуального программирования.

Scratch – популярный обучающий инструмент, в котором пользователи могут создавать свои собственные истории, анимации и игры, используя блоки графического программирования.

Scratch в игровой форме позволяет школьникам изучать геометрию, физику, логику и другие естественные науки.

В целом, среда программирования Scratch эффективно используется для обучения робототехнике младших школьников. Перечислим несколько способов, как успешно интегрировать данный инструмент в обучение робототехнике на начальном уровне.

Среда Scratch предоставляет графический интерфейс программирования с использованием блоков, что делает её доступной для детей без опыта в программировании. Младшие школьники могут использовать Scratch для создания программ для управления роботами. К примеру, используя блоки кода, они могут программировать робота, чтобы он мог двигаться вперёд, назад, поворачивать и выполнять другие действия.

Учащиеся также могут создавать своих собственных роботов с помощью материалов (карточки, бумага и мелкие предметы). Затем они могут использовать среду Scratch, чтобы программировать этих роботов, и учить их выполнять различные задачи. Это позволит детям экспериментировать с конструкцией и программированием роботов без необходимости использования физических роботов.

Среда программирования Scratch успешно применяется для обучения основам робототехники, таким как сенсоры и действия. Дети могут программировать роботов, чтобы те реагировали на различные события и условия, например, управлять движением робота в зависимости от расстояния до препятствия или изменения цвета на поверхности. Это поможет младшим школьникам понять, как роботы взаимодействуют с окружающей средой.

Больше всего нас заинтересовало то, что среда программирования Scratch способствует развитию ключевых навыков вычислительного мышления, таких как логическое мышление, алгоритмическое мышление и решение проблем. Младшие школьники могут создавать последовательности действий для своих роботов, разрабатывать условия и циклы, а также анализировать результаты своей работы. Кроме того, Scratch предоставляет возможность для сотрудничества и обмена опытом между учениками. Дети могут делиться своими проектами и кодом с другими, что способствует обмену знаниями и идеями. Данное условие позволяет сделать обучение робототехнике интересным, увлекательным и вдохновляющим.

Целью настоящего исследования является изучение влияния курса робототехники посредством Scratch на вычислительное мышление учащихся начальной школы.

Таким образом, среда Scratch является отличным инструментом для обучения робототехнике. Она позволяет детям экспериментировать, создавать, программировать и развивать ключевые навыки, необходимые для понимания основ робототехники. Использование Scratch в процессе обучения делает уроки по робототехнике интерактивными и захватывающими, что способствует интересу к науке и технологиям.

Обзор литературы

Казахстанские учёные Makhambetova & Magauova в своём недавнем исследовании отметили, что успешный выпускник на рынке труда должен обладать профессиональными компетенциями, самостоятельно и ответственно принимать решения, и определять сложность профессиональной задачи в любых условиях (Makhambetova, 2023: 202) [6]. Следовательно, чтобы обучить высококвалифицированного специалиста, необходимо создать обучающую среду в условиях STEM-образования, которая будет максимально развивать не только знания в области естественных наук, технологии, инженерии и математике, но и целый комплекс навыков и качеств, которые могут сделать специалиста успешным в данной области. С юного возраста детям требуется прививать любознательность к наукам, развивать критическое мышление и аналитические способности, креативность и инновационность, коммуникативные и коллаборативные навыки, включать ученика в проектную деятельность с практической направленностью.

Следует пробуждать у детей страсть к поиску знаний. Учеников нужно вдохновлять на изучение природных явлений и явлений в мире наук, что может быть достигнуто через интересные исследовательские проекты, демонстрации, эксперименты и регулярные стимулирующие вопросы. Проектная деятельность позволяет ученикам применять полученные знания на практике. Создание роботов, разработка программного обеспечения, конструирование устройств являются успешными примерами проектов, которые могут помочь школьникам применить свои навыки и знания на практике.

Задания, которые требуют сотрудничества, могут помочь детям развить навык командной

работы. Не менее важно научить учащихся анализировать информацию, размышлять логически и критически оценивать данные. Обучение научному методу и решению проблем – одни из способов развить эти навыки.

Важным аспектом в STEM-образовании является стремление к находчивости и новаторству. Ученикам нужно давать свободу для творчества, экспериментов и исследований, которые могут привести к новым идеям и инновациям.

Стоит подчеркнуть, что STEM-образование должно быть интерактивным, увлекательным и контекстуальным, что позволит учащимся наблюдать связь между их обучением и реальными проблемами и задачами в научных и технических областях. Открытые исследования, лабораторные работы и визуальное программирование могут помочь сделать STEM-образование более доступным и интересным для младших школьников, что, в конечном итоге, способствует формированию высококвалифицированных специалистов в области естественных наук, технологии, инженерии и математики.

Применение инновационных технологий в образовании, по мнению исследователей Bozkurt & Pasabeyoglu, является ключевым способом повышения уровня образования, даже несмотря на то, что оно в достаточной мере не может решить проблем, возникающих в процессе обучения (Bozkurt, 2023: 271) [7].

Учёные Corral Abad et al. отмечают, что в электронном обучении всё чаще используются устройства, и несмотря на то, что в прошлом эти технологии характеризовались как тормозящие процесс обучения, теперь они рассматриваются как их актуальный союзник (Corral, 2021: 1666) [8].

В рамках STEM-образования образовательная деятельность может стать динамичным инструментом для повышения интереса к обучению и вовлечённости учеников в образовательный процесс за счёт использования простых роботизированных конструкций, разработанных в соответствии с интересами и потребностями учащихся (Michalopoulos, 2022: 86) [9].

В связи с вышеизложенным, стоит обратить внимание на один из важнейших аспектов STEM-образования – роботизированное кодирование, который обсуждался во многих исследованиях, в частности, в связи с активным развитием роботизированных программ кодирования, к которым относится среда программирования Scratch, и их популяризацией. Согласно исследова-

нию Aytekin et al. установлено, что такие программы, благодаря их визуальному окружению и структурам блоков кода с возможностью перетаскивания, облегчают обучение младших школьников программированию в будущем (Aytekin, 2018: 24-41) [10].

Казахстанские учёные активно занимаются разработкой и внедрением информационно-образовательной среды для учащихся начальных классов. В частности, Ibashova & Belessova в своём исследовании описывают работу по разработке текстового контента, созданию анимационных видеороликов, учебных пособий для курсов «Scratch» и «Робототехника». Созданную информационно-образовательную среду планируется использовать при изучении предмета «Информационная грамотность» в начальных классах, электронные ресурсы – на факультативных занятиях, методические разработки – при преподавании с развивающей целью языка программирования в школе (Ibashova, 2022: 82-89) [11].

Испанские исследователи Plaza et al. в своём исследовании отмечают, что, когда учащиеся работают со средой Scratch, они могут разрабатывать анимацию или видеоигры, в которых моделируются реальные ситуации (Plaza, 2019: 330-336) [12].

Исследование японского учёного Yamamori содержит рекомендации по внедрению Scratch в STEM-образование, базирующиеся на многолетнем опыте преподавания. Автор утверждает, что при помощи Scratch возможно управлять дронами и мобильными роботами. В работе Yamamori представлена технология обучения, позволяющая сочетать Scratch с робототехникой, а также проводить занятия по STEM-образованию только посредством Scratch (Yamamori, 2019: 192-198) [13].

Турецкие учёные Çakir & Güven сообщают, что с помощью роботизированного кодирования ученики активно визуализируют научные концепции, при этом эффективность проведения таких занятий позволяет повысить успеваемость и мотивацию к обучению (Çakir, 2019: 1111-1140) [14].

Среда программирования Scratch успешно применяется для развития «электронного мышления» не только у школьников, но и у студентов колледжей и вузов. Так, исследование индонезийских учёных Yulianti et al. содержит информацию об изучении курса «Физика в механике» с использованием Scratch студентами 3 курса в количестве 110 человек. Исследователи

проводили тесты-эссе для измерения навыков творческого и критического мышления, а также вели листы наблюдения для измерения навыков сотрудничества и общения. По результатам отмечено улучшение измеряемых в эксперименте навыков. Более того, студенты охотно поделились мнением, что такой способ изучения курса кажется им более привлекательным (Yulianti, 2022: 185-194) [15].

Имеется ряд исследований, обращающих внимание на то, что, для успешной интеграции технологий в образование, требуется активное участие в процессе педагога, включающее желание изучать популярные обучающие электронные приложения, повышая свою компетентность в данном вопросе. Так, в исследовании учёных Kalogiannakis & Papadakis подчёркивается важность включения робототехники и программирования на основе визуальных блоков в курс подготовки будущих педагогов для совершенствования знаний и навыков программирования (Kalogiannakis, 2022: 347-364) [16].

Обучение программированию посредством Scratch помогает как опытным, так и начинающим учителям разнообразить уроки, заинтересовать и замотивировать учащихся (Minnakhmitova, 2023: 143) [17], повысить качество преподавания предмета.

Таким образом, собрана обширная доказательная база эффективности роботизированных программ кодирования, однако в пределах Казахстана данные об успешном использовании подобных программ в реферируемых журналах малочисленны, ввиду чего настоящее исследование призвано популяризировать платформу Scratch, в связи с чем требуется доказать или опровергнуть её эффективность в контексте из-

учения младшими школьниками курса робототехники.

Материалы и методы

Для проведения исследования было задействовано 48 учеников 3 класса КГУ «IT школа-лицей № 28 имени Кулжабая Касымова» (г. Талдыкорган, обл. Жетісу, Казахстан), которые были разделены по классам на 2 группы – контрольную (23 ученика), и экспериментальную (25 учеников). До начала эксперимента обе группы имели базовые навыки визуально-блочного программирования.

В качестве экспериментального воздействия в опытной группе на протяжении двух недель проводились занятия по робототехнике, включающие сбор робота на сайте Scratch при помощи утилиты Scratch 3.0 – инструмента визуально-блочного программирования, созданного для детей старше восьми лет, который состоит из трёх этапов: сначала создаётся персонаж, затем для него прописываются команды, которые впоследствии выполняются.

Контрольная группа посещала школьные занятия с обучением по классической программе.

В качестве предварительного тестирования участникам обеих групп дали выполнить простой проект по созданию робота в программе Scratch 3.0 и простраиванию траектории его передвижения (рисунок 1). Выполненные школьниками проекты были загружены на платформу для количественной оценки проекта Dr. Scratch, который функционирует по следующему принципу: в результате оценки компьютерный алгоритм присваивает пользователю определённое количество баллов за проект, от 0 до 21.

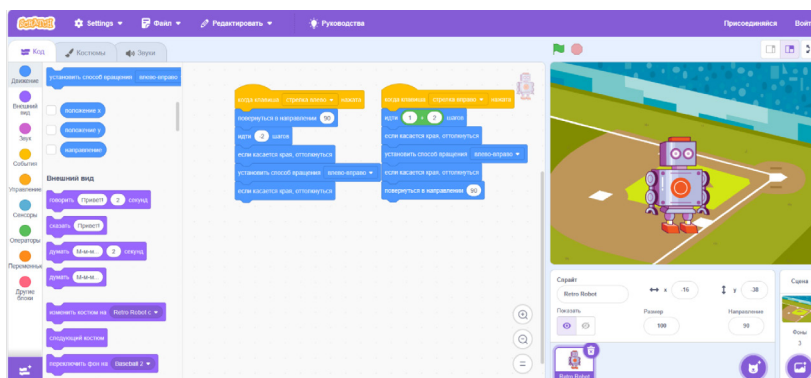


Рисунок 1 – Пример выполнения начального задания на платформе Scratch 3.0

Финальное тестирование производилось аналогичным образом, однако задача выполнения проекта была несколько сложнее: теперь учени-

кам требовалось создать игру: робот, который должен избегать столкновения с движущимися объектами (рисунок 2).

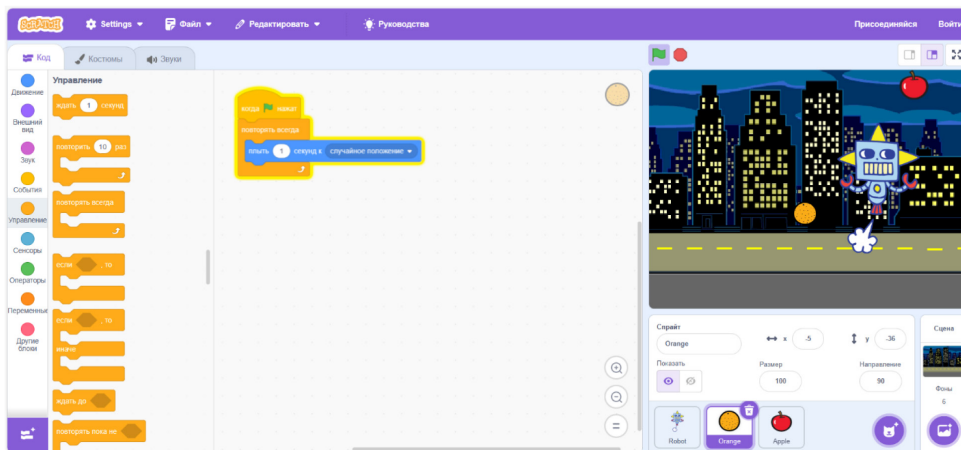


Рисунок 2 – Пример выполнения итогового задания на платформе Scratch 3.0

Полученные данные сначала были проанализированы с использованием описательной статистики для изучения средних групповых значений и подсчёта стандартных отклонений. С целью изучения влияния использования инструмента Scratch 3.0 на вычислительное мышление школьников был выполнен независимый двусторонний t-тест для оценки размеров межгрупповых различий по показателю вычислительного мышления до и после экспериментального вмешательства. Статистически значимым считалось значение p ниже 0,05. Ста-

тистические процедуры выполнялись в среде программирования R.

Результаты и обсуждение

До начала эксперимента различие между средними значениями вычислительного мышления в контрольной группе (среднее: 16,43; стандартное отклонение: 1,38) и экспериментальной группе (среднее: 16,12; стандартное отклонение: 1,56) составляло 1,9% и t-тест показал, что данное различие было статистически незначимым ($t = 0,74; df = 46; P = 0,464$). Визуализация данных предоставлена на рисунке 3.

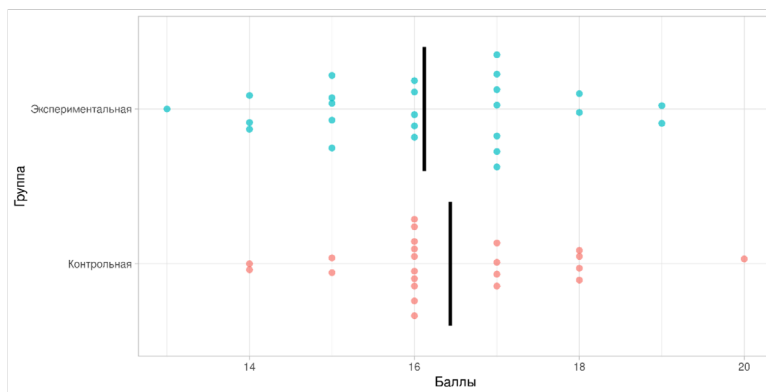


Рисунок 3 – Показатель вычислительного мышления младшеклассников до начала занятий в Scratch

Примечание. Точки обозначают индивидуальные значения. Вертикальная планка обозначает групповое среднее

По завершении экспериментального периода t-тест выявил, что вычислительное мышление учащихся начальных классов, выполнявших практические задания по Scratch (среднее: 18,40; стандартное отклонение: 1,41), статистиче-

ски значимо выше на 31,8% по сравнению с их сверстниками, посещавшими обычные занятия (среднее: 13,96; стандартное отклонение: 2,01) ($t = 8,9$; $df = 46$; $P < 0,001$). Визуализация данных отображена на рисунке 4.

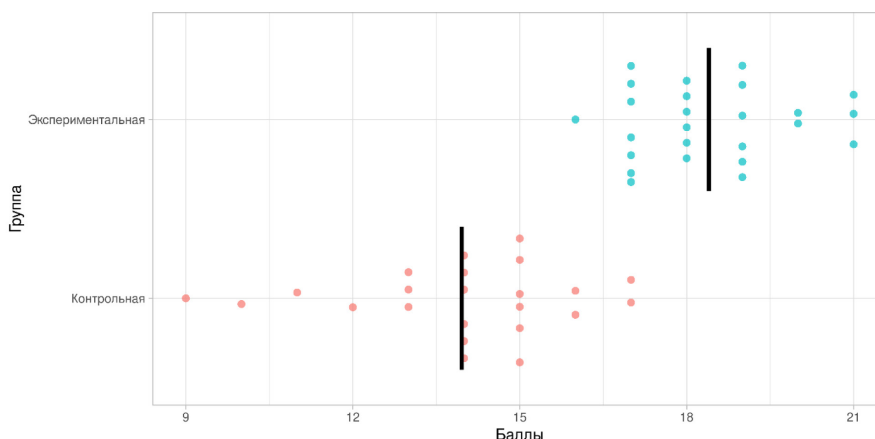


Рисунок 4 – Показатель вычислительного мышления младшеклассников по окончании занятий в Scratch

Примечание. Точки обозначают индивидуальные значения. Вертикальная планка обозначает групповое среднее

Казахстанские учёные Minnakhmitova et al. в своём исследовании с участием учащихся начальной школы рассматривают методы и технологии обучения программированию в среде Scratch с использованием конструктора курсов iSpring Suite. В частности, авторы используют курс «Обучение программированию с нуля» для учащихся 1-4 классов, направленный на развитие вычислительного мышления. Для объяснения теоретического материала, касающегося алгоритма и его типов, был создан диалог, а также использовался тренажёр, направленный на вовлечение ребёнка в изучение основных определений посредством диалога. По результатам исследования отмечено, что школьники сделали первые шаги к саморегулируемому обучению, после серии уроков они освоили понятия алгоритма и виды алгоритмизации, а также создали полноценные игры «Жамбы ату», «Кыз куу» (Minnakhmitova, 2023: 143-156) [17]. Недостаток работы в том, что количественный анализ ограничен описательной статистикой, что не позволяет нам сравнивать результаты исследований.

В исследовании Koçay & Duman с участием 20 турецких пятиклассников было доказано положительное влияние приложения для робототехники и кодирования платформы с открытым

исходным кодом Arduino на успеваемость учащихся при изучении естественных наук (Koçay, 2022: 168-179) [18]. Недостаток исследования заключается в отсутствии статистического анализа.

В исследовании учёных Michalopoulos et al. приняли участие 18 учащихся 6 класса средней школы Греции, которые в течение трёх занятий длительностью 1-2 часа в условиях групповой работы проектировали, конструировали и программировали непосредственно в среде Scratch и в Scratch на платформе Arduino предложенные учителем задания возрастающей сложности, чтобы в конечном итоге создать терменвокс. В результате у школьников значительно повысились навыки программирования, а также отмечена повышенная мотивация к обучению (Michalopoulos, 2022: 77-87) [9]. Количественный анализ данной работы также ограничен описательной статистикой, что не позволяет сравнивать результаты исследований.

Китайские учёные Wei et al. изучили эффективность частичного парного программирования для развития навыков компьютерной грамотности и самооэффективности учащихся начальной

школы. В исследовании приняли участие школьники 4 класса в количестве 171 человек, которые проходили курс под названием «Вычислительное мышление с нуля» в среде Scratch в течение одного семестра. Учащиеся были разделены на контрольную и экспериментальную группы, первая группа выполняла задания самостоятельно, во второй для выполнения заданий по программированию производилась групповая работа. Как и в нашей работе, результаты показали, что у школьников экспериментальной группы навыки программирования были статистически значимо выше ($p < 0,01$), чем у участников контрольной группы (Wei, 2021: 104023) [19].

Чтобы лучше понять, какие образовательные принципы и механизмы могли повлиять на изменение уровня вычислительного мышления учащихся начальных классов в данном эксперименте, рассмотрим полученные результаты с точки зрения различных теорий обучения.

Одна из основополагающих теорий обучения, теория конструктивизма, подчёркивает активное строительство знаний каждым учащимся. Результаты эксперимента могут быть интерпретированы как продукт активной работы учащихся над практическими заданиями по Scratch. Они могли совершенствовать вычислительное мышление через активное участие в процессе обучения и создание проектов.

Социокультурная теория обучения утверждает, что обучение внедрено в социокультурную среду и зависит от взаимодействия с другими людьми. Эксперимент также соответствует идеям социального конструктивизма, который подчёркивает роль социального взаимодействия в процессе обучения. В данном контексте, учащиеся, выполнявшие задания по Scratch, могли получать обратную связь и сотрудничать с учителем, а также обмениваться знаниями и опытом друг с другом, что могло являться драйвером успешного развития вычислительного мышления.

Теория саморегуляции обучения подчёркивает важность способности учащихся к самостоятельному контролю и регуляции своего обучения. Учащиеся, выполнявшие задания по Scratch, могли развивать навыки саморегуляции, так как этот процесс требовал планирования и самостоятельной работы.

Таким образом, результаты эксперимента могут быть рассмотрены с точки зрения различных теорий обучения, что позволяет лучше понять механизмы и факторы, влияющие на развитие вычислительного мышления младших школьников.

Заключение

Согласно результатам исследования, использование инструмента визуально-блочного программирования Scratch 3.0 в образовательном процессе позитивно влияет на вычислительное мышление учащихся экспериментальной группы по сравнению со сверстниками из контрольной группы, что подтверждается статистическими процедурами.

Результаты, полученные в ходе образовательного курса робототехники, демонстрируют, что школьники, имеющие базовые навыки программирования и робототехники, могут разрабатывать элементарные игры.

В процессе эксперимента возникли предложения для будущих исследований, в частности, перед участниками требуется ставить задачи, учитывая способности каждого ученика, адаптируя их под интересы школьников. Наравне с программированием, необходимо уделить внимание дизайну игры для развития творческих способностей. Кроме того, важно сочетать теорию и практику, включать в курс больше игровых задач наравне с заданиями для применения теории на практике. Исследование ограничено малой выборкой участников, перспективно было бы увеличить количество вовлечённых в процесс детей, охватить больше классов, а также рассмотреть влияние курса на другие показатели.

В образовании STEM существует масса потребностей, которые необходимо удовлетворить, и робототехника в этом плане представляет собой перспективный образовательный инструмент. Роботизированные образовательные инструменты хорошо зарекомендовали себя в качестве инструмента продвижения инноваций и мотивации учащихся в процессе обучения во многих странах. К сожалению, в Казахстане данный вопрос изучен недостаточно, поэтому считаем, что требуются дальнейшие исследования с количественным анализом и большими выборками участников.

Литература

1. Mukhasheva, M. et al. The impact of educational robotics on cognitive outcomes in primary students: A meta-analysis of recent studies // *European Journal of Educational Research*, 2023. № 12(4). – P. 1684. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.4.1683>
2. Мынбаева А. К. От классической педагогики к образованию 4.0: преемственность методологии, процессов и принципов // *Вестник КазНУ. Серия педагогическая*. – 2022. – № 2(71). – С. 14. <https://doi.org/10.26577/JES.2022.v71.i2.02>
3. Castro, A. et al. Robotics education in STEM units: Breaking down barriers in rural multigrade schools // *Sensors*, 2022. № 23(1), Article 387. <https://doi.org/10.3390/s23010387>
4. Madariaga, L. et al. Offline and online user experience of gamified robotics for introducing computational thinking: Comparing engagement, game mechanics and coding motivation // *Computers & Education*, 2023. № 193, Article 104664. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104664>
5. Yu, X., Gutierrez-Garcia, M. A., & Soto-Varela, R. Are educational robots any good for communicative English learning for primary school students? // *Texto Livre*, 2023. № 16, Article e41469. <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.41469>
6. Makhambetova, Z. T., & Magauova, A. S. Professional competences in the context of inclusive education: A model design // *European Journal of Educational Research*, 2023. № 12(1). – P. 202. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.1.201> с. 202
7. Bozkurt, O., & Pasabeyoglu, N. G. The effect of Lego robotics coding on primary school students' academic achievement and attitudes of science // *Education Quarterly Reviews*, 2023. № 6(1). – P. 271.
8. Corral Abad, E. et al. Improving the learning of engineering students with interactive teaching applications // *Computer Applications in Engineering Education*, 2021. № 29(6). – P. 1666. <https://doi.org/10.1002/cae.22415>
9. Michalopoulos, P. et al. Introducing STEM to primary education students with Arduino and S4A // *Innovating STEM Education: Increased Engagement and Best Practices*, 2022. – P. 77-87.
10. Aytekin, A., Sönmez Çakır, F., Yücel, Y., & Kulaözü, İ. Coding science directed to future and some methods to be available and coding learned // *Eurasian Journal of Social and Economic Research*, 2018. № 5(5). – P. 24-41.
11. Ibashova, A., & Belessova, D. Information and educational environment for Scratch and robotics courses in elementary school: features and relevance // *Sciences of Europe*, 2022. № 107. – P. 82-89. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7479758>
12. Plaza, P. et al. STEM and educational robotics using Scratch // *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDU-CON)*, 2019. – P. 330-336.
13. Yamamori, K. Classroom practices of low-cost STEM education using Scratch // *Journal of Advanced Research in Social Sciences and Humanities*, 2019. № 4(6). – P. 192-198. <https://dx.doi.org/10.26500/JARSSH-04-2019-0601>
14. Çakır, N. K., & Güven, G. Effect of 5E learning model on academic achievement and attitude towards the science course: A meta-analysis study // *Cukurova university faculty of education journal*, 2019. № 48(2). – P. 1111-1140.
15. Yulianti, D., Sugianto, S., & Ngafidin, K. M. Scratch assisted physics learning with a STEM approach in the pandemic era to develop 21st Century learning skills // *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2022. № 11(1). – P. 185-194. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.32607>
16. Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. Preparing Greek pre-service kindergarten teachers to promote creativity: Opportunities using Scratch and Makey Makey // *Children's Creative Inquiry in STEM*, 2022. – P. 347-364. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94724-8_20
17. Minnakhmitova, L., Ibashova, A., & Belesova, D. The possibilities of using ispring in teaching Scratch programming to elementary school students // *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 2023. № 10(1). – P. 143-156.
18. Koray, A., & Duman, F. G. Subject-oriented educational robotics applications with Arduino in science teaching: digital dynamometer activity in accordance with 5E instructional model // *Science Activities*, 2022. № 59(4). – P. 168-179. <https://doi.org/10.1080/00368121.2022.2093824>
19. Wei, X. et al. The effectiveness of partial pair programming on elementary school students' computational thinking skills and self-efficacy // *Computers & Education*, 2021. № 160. – P. 104023. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104023>

References

- Aytekin, A., Sönmez Çakır, F., Yücel, Y., & Kulaözü, İ. (2018). Coding science directed to future and some methods to be available and coding learned. *Eurasian Journal of Social and Economic Research*, 5(5), 24-41.
- Bozkurt, O., & Pasabeyoglu, N. G. (2023). The effect of Lego robotics coding on primary school students' academic achievement and attitudes of science. *Education Quarterly Reviews*, 6(1), 271.
- Çakır, N. K., & Güven, G. (2019). Effect of 5E learning model on academic achievement and attitude towards the science course: A meta-analysis study. *Cukurova university faculty of education journal*, 48(2), 1111-1140.
- Castro, A. et al. (2022). Robotics education in STEM units: Breaking down barriers in rural multigrade schools. *Sensors*, 23(1), Article 387. <https://doi.org/10.3390/s23010387>
- Corral Abad, E. et al. (2021). Improving the learning of engineering students with interactive teaching applications. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(6), 1666. <https://doi.org/10.1002/cae.22415> с. 1666
- Ibashova, A., & Belessova, D. (2022). Information and educational environment for Scratch and robotics courses in elementary school: features and relevance. *Sciences of Europe*, 107, 82-89. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7479758>
- Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2022). Preparing Greek pre-service kindergarten teachers to promote creativity: Opportunities using Scratch and Makey Makey. *Children's Creative Inquiry in STEM*, 347-364. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94724-8_20

- Koray, A., & Duman, F. G. (2022). Subject-oriented educational robotics applications with Arduino in science teaching: digital dynamometer activity in accordance with 5E instructional model. *Science Activities*, 59(4), 168-179. <https://doi.org/10.1080/00368121.2022.2093824>
- Madariaga, L. et al. (2023). Offline and online user experience of gamified robotics for introducing computational thinking: Comparing engagement, game mechanics and coding motivation. *Computers & Education*, 193, Article 104664. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104664>
- Makhambetova, Z. T., & Magauova, A. S. (2023). Professional competences in the context of inclusive education: A model design. *European Journal of Educational Research*, 12(1), 202. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.1.201> c. 202
- Michalopoulos, P. et al. (2022). Introducing STEM to primary education students with Arduino and S4A. *Innovating STEM Education: Increased Engagement and Best Practices*, 77-87.
- Minnakhmitova, L., Ibashova, A., & Belesova, D. (2023). The possibilities of using ispring in teaching Scratch programming to elementary school students. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 143-156.
- Mynbayeva, A. (2023). Ot klassicheskoy pedagogiki k obrazovaniju 4.0: preemstvennost' metodologii, processov i principov [From classical pedagogy to Education 4.0: continuity of methodology, approaches and principles]. *Bulletin of KazNU. The pedagogical sciences series*, 2(71), 14. (In Russian). <https://doi.org/10.26577/JES.2022.v71.i2.02>
- Mukhasheva, M. et al. (2023). The impact of educational robotics on cognitive outcomes in primary students: A meta-analysis of recent studies. *European Journal of Educational Research*, 12(4), 1684. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.4.1683>
- Plaza, P. et al. (2019). STEM and educational robotics using Scratch. *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 330-336.
- Wei, X. et al. (2021). The effectiveness of partial pair programming on elementary school students' computational thinking skills and self-efficacy. *Computers & Education*, 160, 104023. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104023>
- Yamamori, K. (2019). Classroom practices of low-cost STEM education using Scratch. *Journal of Advanced Research in Social Sciences and Humanities*, 4(6), 192-198. <https://dx.doi.org/10.26500/JARSSH-04-2019-0601>
- Yu, X., Gutierrez-Garcia, M. A., & Soto-Varela, R. (2023). Are educational robots any good for communicative English learning for primary school students? *Texto Livre*, 16, Article e41469. <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.41469>
- Yulianti, D., Sugianto, S., & Ngafidin, K. M. (2022). Scratch assisted physics learning with a STEM approach in the pandemic era to develop 21st Century learning skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 185-194. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.32607>