

Moldabekova Sandugash Kairkhanovna – PhD, Associate Professor of the Department of pedagogy and psychology, Sh.Ualikhhanov Kokshetau University NLC, Republic of Kazakhstan, 020000, Kokshetau, tel.: +7-775-450-29-79, e-mail: moldabekova\_kgu@mail.ru.

Stukalenko Nina Mikhailovna – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of pedagogy and psychology, Sh.Ualikhhanov Kokshetau University, Republic of Kazakhstan, 020000, Kokshetau, tel.: +7-701-278-02-62, e-mail: nms@mail.ru.

Syzdykova Bayan Ramazanovna – Senior Lecturer of the Department of pedagogy and psychology, Sh.Ualikhhanov Kokshetau University, Republic of Kazakhstan, 020000, Kokshetau, tel.: +7-708-219-25-23, e-mail: bayansyzdykova@mail.ru.

Abdirkenova Akbidash Kapanovna\* – PhD, acting Associate Professor of the Department of pedagogy, psychology and special education, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, tel.: +7-705-226-94-79, e-mail: Akbidashabdirkenova@mail.ru.

МРНТИ: 14.85.09

УДК 373.1

[https://doi.org/10.52269/22266070\\_2024\\_4\\_263](https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_263)

### ВЛИЯНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ НА АКАДЕМИЧЕСКУЮ УСПЕВАЕМОСТЬ УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ

Мухашева М.Б.\* – PhD докторант, Жетысуский университет им. И. Жансугурова, г. Талдыкорган, Республика Казахстан.

Ыбыраимжанов К.Т. – доктор педагогических наук, профессор Высшей школы Педагогика и психологии, Жетысуский университет им. И. Жансугурова, г. Талдыкорган, Республика Казахстан.

Мамекова А.Т. – PhD доктор Высшей школы Педагогика и психологии, Жетысуский университет им. И. Жансугурова, г. Талдыкорган, Республика Казахстан.

Имеется ряд гипотез о том, что образовательные роботы позитивно влияют на освоение учащимися образовательных программ, мотивацию к обучению. Однако подобные утверждения должны базироваться на эмпирических данных, ввиду чего главной целью настоящего метааналитического исследования было ответить на следующий исследовательский вопрос: какова совокупная средняя величина влияния образовательных робототехнических вмешательств на когнитивные результаты учащихся начальных классов после тестирования по сравнению с условиями, не связанными с робототехникой? Авторами произведён поиск и отбор релевантных научных статей, по результатам которого в окончательный мета-анализ включено 8 работ, опубликованных с 2018 по 2022 годы. Было рассчитано стандартизированное среднее различие в виде Hedge's  $g$  для каждого исследования, учитывая размеры групп, средние значения постэкспериментальных показателей и стандартные отклонения. Это позволило сравнить размеры эффектов для стандартного обучения и образовательной робототехники. Также была проанализирована предвзятость публикаций. Воронкообразная диаграмма, тест Эггера ( $p = 0,104$ ), а также тест Бега и Мазумдара ( $p = 0,805$ ) указывают на отсутствие предвзятости публикаций, включённых в мета-анализ. Согласно результатам мета-анализа, средневзвешенный эффект обучения с использованием роботов, по сравнению с традиционным обучением, можно интерпретировать как умеренный (Hedge's  $g = 0,64$ , 95% ДИ [0,44; 0,84]). Полученные нами результаты имеют практические последствия, предоставляя заинтересованным лицам, таким как учителя и школьные администраторы, взвешенные доказательства эффективности деятельности, основанной на робототехнических вмешательствах, что впоследствии поможет им принимать обоснованные решения о том, вкладывать ресурсы в данный образовательный инструмент или нет.

**Ключевые слова:** робототехника, образовательные роботы, робототехника в образовании, вычислительное мышление, инновационные инструменты, современные технологии образования, IT-технологии.

### БІЛІМ БЕРУ РОБОТОТЕХНИКАСЫНЫҢ БАСТАУЫШ СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ ОҚУ ҮЛГЕРІМІНЕ ӘСЕРІ

Мухашева М.Б.\* – PhD докторанты, Педагогика және психология жоғары мектебі, І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қ., Қазақстан Республикасы.

Ыбыраимжанов К.Т. – п.ғ.д., Педагогика және психология жоғары мектебінің профессоры, І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қ., Қазақстан Республикасы.

Мамекова А.Т. – PhD докторы, Педагогика және психология жоғары мектебі, І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған қ., Қазақстан Республикасы.

Білім беру роботтары оқушылардың білім беру бағдарламаларын игеруіне, оқуға деген ынтасына оң әсер етеді деген бірқатар гипотезалар бар. Алайда, мұндай тұжырымдар эмпирикалық дәлелдерге негізделуі керек, сондықтан осы мета-аналитикалық зерттеудің негізгі мақсаты келесі зерттеу сұрағына жауап беру болды: робототехникамен байланысты емес жағдайлармен салыстырғанда тәжірибеден кейін бастауыш сынып оқушыларының танымдылық нәтижелеріне білім беру робототехникалық араласуларының әсерінің жиынтық орташа мәні қандай? Авторлар тиісті ғылыми мақалаларды іздестірді және іріктеді, олардың нәтижелері бойынша 2018 жылдан 2022 жылға дейін жарияланған 8 жұмыс соңғы мета-талдауға енгізілді. Топтардың өлшемдерін, эксперименттен кейінгі көрсеткіштердің орташа мәндерін және стандартты ауытқуларды ескере отырып, әрбір зерттеу үшін Hedge's  $g$  түріндегі стандартталған орташа айырмашылық есептелді. Бұл стандарт оқыту мен білім беру робототехникасы үшін эффект өлшемдерін салыстыруға мүмкіндік берді. Басылымдардың біржақтылығы да талданды. Шұңқыр тәрізді диаграмма, Эггер тесті ( $p =$

0,104), сондай-ақ Бегг және Мазумдар тесті ( $p = 0,805$ ) мета-талдауға енгізілген басылымдардың біржақтылығының жоқтығын көрсетеді. Мета-анализ нәтижелеріне сәйкес, роботтарды қолданатын орташа өлшенген оқыту әсерін дәстүрлі оқытумен салыстырғанда орташа деп түсіндіруге болады (Hedge's  $g = 0,64$ , 95% CI [0,44; 0,84]). Біз алған нәтижелер мұғалімдер мен мектеп әкімшілері сияқты мүдделі тұлғаларға роботқа негізделген қызметтің тиімділігінің дәлелді дәлелдерін беру арқылы практикалық әсер етеді, бұл кейіннен оларға ресурстарды берілген оқыту әдісіне инвестициялау немесе инвестицияламау туралы негізделген шешімдер қабылдауға көмектеседі.

**Түйінді сөздер:** робототехника, білім беру роботтары, білім берудегі робототехника, есептеу ойлауы, инновациялық құралдар, заманауи білім беру технологиялары, IT-технологиялар.

## IMPACT OF EDUCATIONAL ROBOTICS ON ELEMENTARY STUDENTS' ACADEMIC PERFORMANCE

Mukhasheva M.B.\* – PhD student, Higher School of Pedagogy and Psychology, I. Zhansugurov Zhetysu University, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan.

Ybyraimzhanov K.T. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of Higher School of Pedagogy and Psychology, I. Zhansugurov Zhetysu University, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan.

Mamekova A.T. – PhD, Higher School of Pedagogy and Psychology, I. Zhansugurov Zhetysu University, Taldykorgan, Republic of Kazakhstan.

There are several hypotheses suggesting that educational robots positively impact students' mastery of educational programs and motivation to learn. However, such claims should be supported by empirical data, which is why the main objective of this meta-analytic study was to answer the following research question: What is the cumulative average effect magnitude of educational robotic interventions on the cognitive outcomes of elementary school students after testing, compared to non-robotics-based conditions? The authors searched and retrieved relevant research articles, which resulted in a final meta-analysis of 8 papers published from 2018 to 2022. A standardized mean difference expressed as Hedge's  $g$  for each study was calculated, taking into account group sizes, mean post-test rates, and standard deviations. This allowed comparison of effect magnitude for standard learning and educational robotics. Publication bias was also analyzed. The funnel plot, Egger's test ( $p = 0.104$ ), and Begg and Mazumdar test ( $p = 0.805$ ) indicate that the publications included in the meta-analysis are not biased. According to the meta-analysis results, the weighted mean effect of robotics-based education versus traditional one can be interpreted as "moderate" (Hedge's  $g = 0.64$ , 95% CI [0.44; 0.84]). Our findings have practical implications, providing stakeholders, such as teachers and school administrators, with validated evidence of the effectiveness of robotics-based activities, which can help them make informed decisions about whether or not to invest resources in this teaching method.

**Key words:** robotics, educational robots, robotics in education, computational thinking, innovative tools, modern education technology, IT technologies.

**Введение.** В век современных технологий невозможно представить свою жизнь без смартфона, электронного планшета или ноутбука, которыми свободно пользуются даже дети. Вместе с этим растёт спрос на специалистов, разбирающихся в технологических устройствах современности, таких как роботы, смартфоны и дополненная реальность [1, с. 1683]. В своих недавних исследованиях казахстанские учёные неоднократно сообщали о том, что необходимо развивать инженерные направления, как в образовании, так и в производстве, применяя образовательные и технико-технологические инновации, к которым относятся STEM-образование, робототехника, цифровизация и информатизация общества [2]. Согласно стратегии «Казахстан-2050», приоритетным направлением в образовании в нашей стране считается популяризация современных технических специальностей, развитие инженерного образования.

Следовательно, государственные образовательные программы и частные инициативы отдают приоритет научной, технологической, инженерной и математической грамотности с акцентом на кодирование и вычислительное мышление. Однако, с целью повышения эффективности преподавания, необходимо включать в образовательный процесс новые, инновационные формы обучения, чтобы учащиеся не заучивали материал наизусть, а вместо этого могли усваивать соответствующие концепции с помощью самых современных технологий [3]. Практическим способом достижения того, чтобы учебный материал был тесно связан с технологиями в образовательных учреждениях, является образовательная робототехника – полезный вспомогательный инструмент для развития когнитивных навыков, включая вычислительное мышление у учащихся всех возрастов.

Робототехника – это область науки, которая предполагает создание роботов, способных передвигаться и выполнять поставленные задачи. В свою очередь, образовательная робототехника – это специфическая отрасль робототехники, которая фокусируется на использовании роботов и комплектов для сборки роботов в образовательном контексте для преподавания различных предметов, что достигается с помощью педагогической деятельности, которая поощряет развитие навыков мышления высшего порядка и усвоение учащимися концепций из других дисциплин, стимулируя их конструировать и программировать роботов. Используя соответствующие возрасту наборы для робототехники, педагоги могут знакомить младших школьников с базовыми концепциями программирования и вычислительного мышления. Так, по результатам некоторых исследований, обучение программированию в начальной школе способствует развитию критического, логического и алгоритмического мышления [4, с. 1-50].

Интеграция робототехники в образовательную среду вызывает интерес к науке, технологиям, инженерии и математике. Образовательные роботы используются как учебные материалы, а также в качестве компаньонов и помощников педагогов. Неоднократно было доказано, что образовательная робототехника вместе с командной работой могут значительно влиять на академические и социальные навыки ребёнка, позволяя ему активно развивать критическое мышление при решении проблем посредством проектирования, сборки, кодирования, эксплуатации и модификации роботов для конкретных целей [5]. Утверждается, что для повышения учебной мотивации школьников необходимо построение модели обучения, сочетающей в себе дополнительные электив-

ные дисциплины на основе средств межпредметной интеграции (робототехники, информатики, математики, физики) [6].

В последние несколько лет использование образовательной робототехники набирает обороты в образовательной практике по всему миру, включая начальное образование [2]. Это требует проведения дополнительных исследований для лучшего понимания потенциала занятий с использованием роботов. В связи с этим растёт число исследований, в которых изучается влияние образовательной робототехники на развитие целого ряда навыков у школьников [7]. Однако такие исследования все еще являются фрагментарными, а работы, направленные на систематизацию данных по этой теме, насколько нам известно, не дают ответа на вопрос, эффективно ли применение робототехники в обучении учащихся начальной школы для развития их когнитивных способностей. Более того, эти интегративные работы зачастую содержат нерелевантные источники. Например, в мета-анализе Sapounidis et al. (2024) образовательная робототехника в начальной школе смешивается с другими методиками [5]. Несмотря на многочисленные исследования, которые были проведены до настоящего времени, мало внимания уделялось обобщению имеющихся исследований в этой области. Следовательно, в настоящем исследовании предпринята попытка интеграции эмпирических данных по данной теме.

Существует ряд гипотез о том, что образовательные роботы позитивно влияют на освоение учащимися образовательных программ, мотивацию к обучению [6; 8, с. 5874-5898]. Однако подобные утверждения должны базироваться, прежде всего, на эмпирических данных.

**Цель исследования** – выяснить, какова совокупная средневзвешенная величина влияния образовательных робототехнических вмешательств на постэкспериментальные когнитивные показатели учащихся начальных классов по сравнению с условиями обучения, не включающими занятия робототехникой.

**Задачи исследования:**

1. провести мета-анализ;
2. сравнить средневзвешенный эффект (Hedge's  $g$ ), полученный в группе, которая занималась образовательной робототехникой, в сравнении с контрольной группой, которая не занималась образовательной робототехникой;
3. обсудить полученные результаты.

**Материалы и методы.** Для подбора подходящих исследований был проведён поиск в следующих библиографических базах данных: Google Scholar, Springer Link, Science Direct, Cunningham Library и ACM Digital Library. Строки поиска включали комбинации терминов «робот», «робототехника», «образование», «школа», «начальная школа», а также англоязычных эквивалентов этих терминов в качестве основных ключевых слов. Часть исследований, включённых в мета-анализ, проводились на Тайване, где начальная школа включает классы с 1-го по 6-ой, в связи с чем анализ охватывает 1-6 классы.

Отбор исследований для данного мета-анализа осуществлялся на основе ряда критериев приемлемости. Для включения в текущий мета-анализ исследование должно:

1. Содержать данные по робототехнике, интегрированные в классное или внешкольное обучение для развития когнитивных способностей и навыков учащихся 1-6 классов в условиях стандартного образования;
2. Использовать роботов / наборы робототехники в качестве объекта манипуляций (программирование, конструирование, и т. п.);
3. Быть сосредоточенным на экспериментальном воздействии, основанном на робототехнике в качестве независимой переменной, влияющей на измеряемый результат;
4. Иметь экспериментальный или квазиэкспериментальный дизайн исследования с предварительным тестированием и посттестированием и, как минимум, одной контрольной группой, в которой аналогичный контент был предоставлен с помощью традиционных методов обучения;
5. Предоставлять количественную оценку эффекта вмешательства, достаточную для расчёта размера эффекта;

6. Быть опубликованным в виде статьи в рецензируемом научном журнале в период с 2010 по 2023 год.

Согласно критериям исключения, были исключены:

1. Исследования с использованием социальных роботов;
2. Исследования с использованием программного обеспечения вместо физической робототехнической среды;
3. Исследования, в которых роботы выполняли лишь вспомогательные функции;
4. Материалы конференций, главы книг, теоретические исследования и т.д.
5. Исследования, проведённые в специальных образовательных учреждениях с участием учащихся с особыми потребностями, таких как дети с расстройствами аутистического спектра.

Таким образом, с помощью стратегии поиска было выявлено 1226 документов из электронных баз данных, и 42 источника из списков литературы.

По мнению ряда казахстанских учёных, в педагогических исследованиях необходимо применять статистические методы для достоверной оценки результатов экспериментальной работы [9, с. 195].

Для статистической обработки мы использовали модель случайных эффектов. Величина эффекта выражалась в Hedge's  $g$  и 95% доверительном интервале (ДИ). Суммарный размер эффекта расценивался как низкий (0,2), средний (0,5) или высокий (0,8). Неоднородность между исследованиями оценивали с использованием показателя  $I^2$ , и она интерпретировалась как умеренная ( $I^2 < 30\%$ ), умеренная ( $I^2 = 31-50\%$ ) или высокая ( $I^2 > 50\%$ ). Чтобы оценить наличие предвзятости публикаций (т.е., смещены ли доступные публикации по теме в сторону предпочтительных результатов), был сгенерирован и визуально проверен воронкообразный график (условные точки указывают на предвзятость публикаций), выполнен линейный регрессионный тест Эггера, а также тест ранговой корреляции Бега и Мазумдара ( $p < 0,05$  указывает на предвзятость публикации).

Алгоритм отбора источников для мета-анализа представлен на диаграмме PRISMA (рисунок 1).

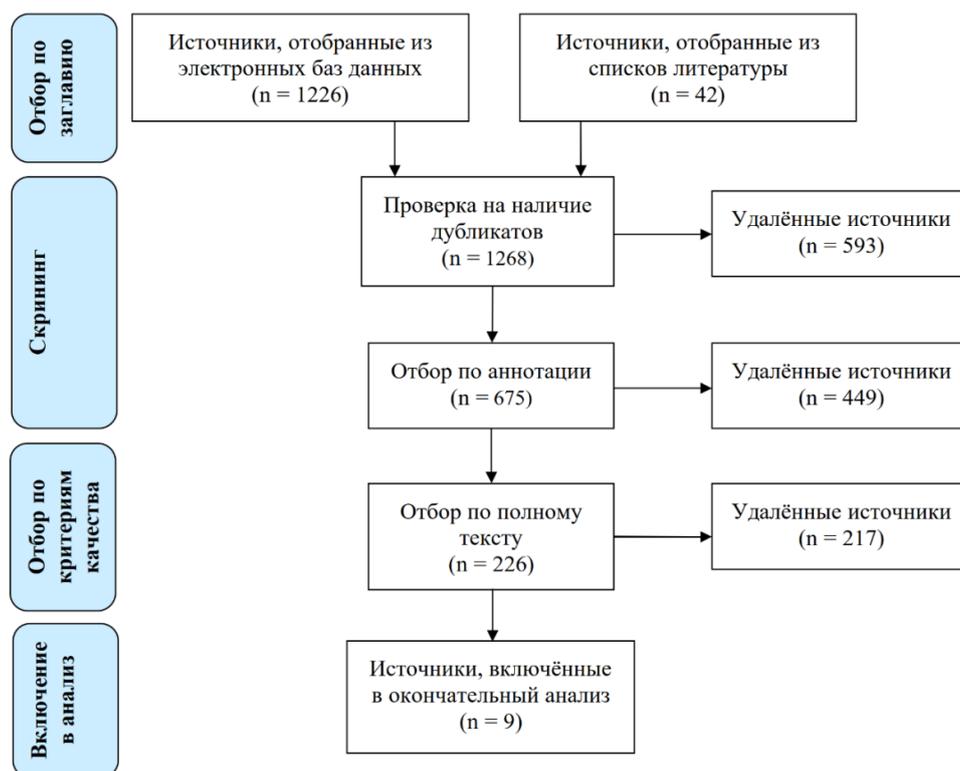


Рисунок 1 – Диаграмма PRISMA, отображающая алгоритм отбора источников для мета-анализа

Пояснения:

Совокупная средневзвешенная величина влияния: мерой являлся индекс Hedge's g.

Образовательные робототехнические вмешательства: экспериментальные исследования, в которых участники занимались робототехникой.

Постэкспериментальные когнитивные показатели учащихся начальных классов: объективные показатели когнитивной деятельности участников эксперимента, измеренные по окончании исследования.

**Результаты и обсуждение.** В результате скрининга литературы были отобраны 9 исследований, однако одну статью пришлось исключить из окончательного мета-анализа: в исследовании Chou (2018) [10, с. 1-15] сообщалось о величине эффекта в экспериментальной группе, в два раза превышающий показатель в контрольной группе, что было расценено как выброс.

Таким образом, в окончательный анализ были включены 8 исследований (Таблица 1). Хотя период поиска был в диапазоне с 2010 по 2023 год, в конечном итоге были включены материалы с 2018 по 2022 год.

Таблица 1 – Ключевые характеристики включённых исследований

№	Исследование	Экспериментальное воздействие	Измеряемые переменные
1	Caballero-Gonzalez & Garcia-Valcarcel (2020)[11]	программирование последовательности движений Bee-Bot	вычислительное мышление
2	Caballero-Gonzalez & Munoz-Repiso (2020) [12, с. 117-142]	программирование последовательности движений Bee-Bot	вычислительное мышление
3	Chiazzeze et al. (2019) [13]	занятия с конструктором LEGOWeDo	вычислительное мышление
4	Diago et al. (2022) [14]	тактильное программирование Bee-Bot	вычислительное мышление и ментальная ротация
5	Hsiao et al. (2022) [15, с. 85-99]	взаимодействие с роботом-крабом (Crab Robot)	знания и навыки в области робототехники и вычислительное мышление
6	La Paglia et al. (2018) [16, с. 80-86]	взаимодействие с робототехническим набором LEGO Mindstorms	планирование и решение проблем
7	Saez-Lopez et al. (2019) [17, с. 1405-1425]	робототехника и программирование визуальных блоков на плате mBot	знания в области математики и естественных наук
8	Saez-Lopez et al. (2021) [18, с. 95-113]	робототехника и программирование визуальных блоков на плате mBot	вычислительное мышление

Рассмотрим суммарный размер эффекта. Обобщение данных о влиянии образовательной робототехники на когнитивные результаты учащихся выявило средний положительный эффект в пользу групп вмешательства (Hedge's g = 0,64, 95 % ДИ [0,44; 0,84]). Форест график средневзвешенных эффектов представлен на рисунке 2. Критерий I<sup>2</sup> был равен нулю, что означает отсутствие разнородности между эффектами.

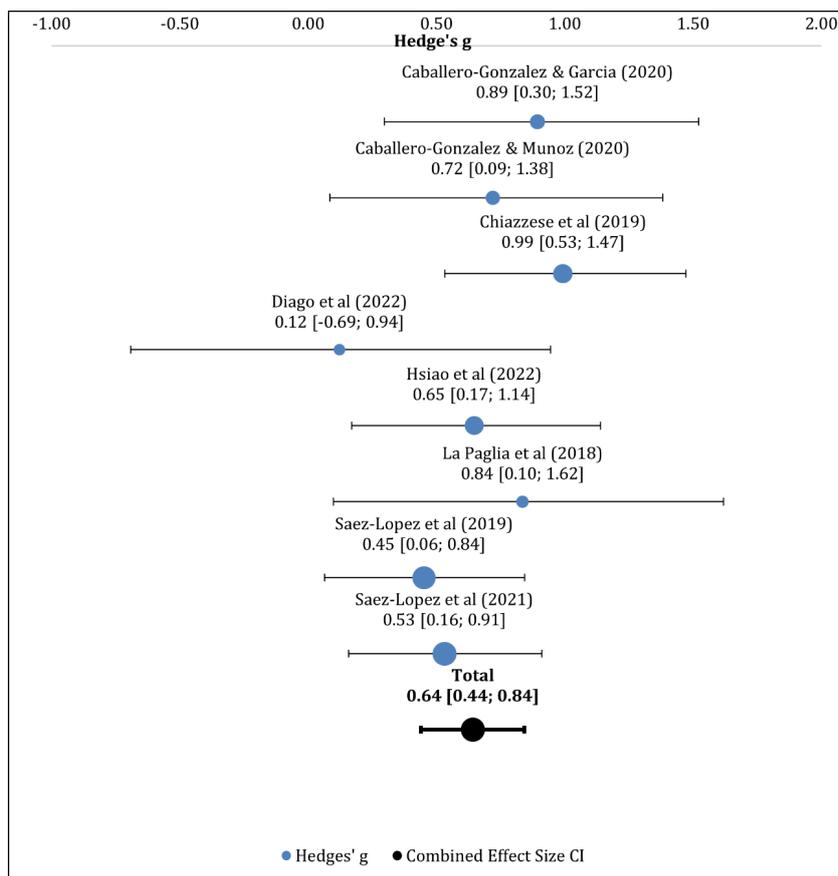


Рисунок 2 – Форест график, показывающий суммарное влияние робототехники на когнитивные показатели учащихся начальной школы по сравнению с традиционным обучением

Далее была проанализирована предвзятость публикаций. Визуальный осмотр воронкообразной диаграммы (рисунок 3) не выявил наличия жёлтых открытых точек. В совокупности с результатами теста Бегга и Мазумдара ( $p = 0,805$ ), как и теста Эггера ( $p = 0,104$ ), это указывает на отсутствие предвзятости публикаций в данном мета-анализе.

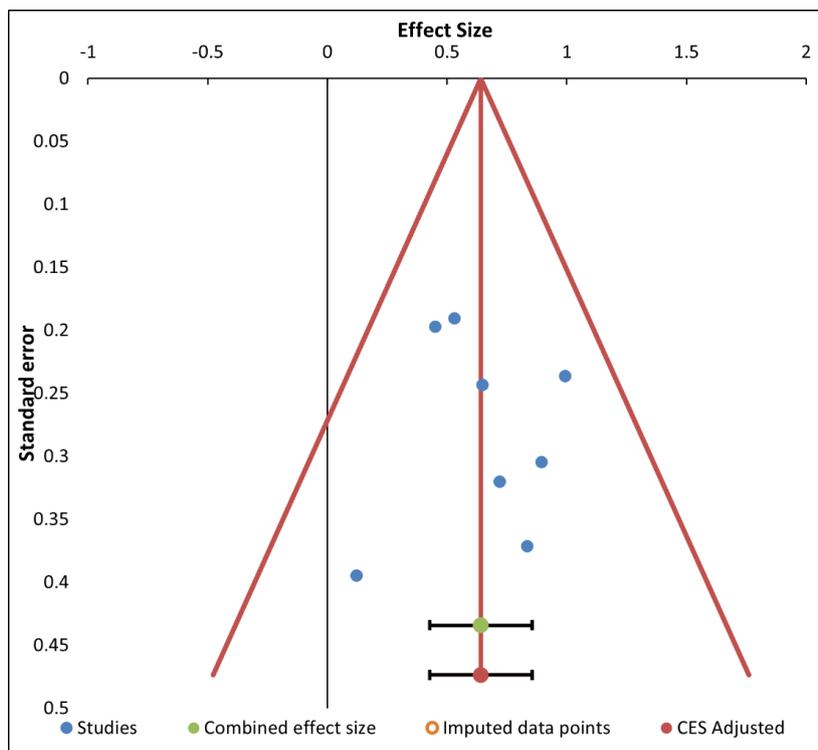


Рисунок 3 – Воронкообразная диаграмма исследований, раскрывающих влияние робототехники на когнитивные показатели учащихся начальной школы

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что в целом образовательная робототехника оказала умеренное положительное влияние на когнитивные показатели обучения, и данный эффект превосходил эффект в группах, где робототехника не применялась. Полученные результаты расходятся с результатами мета-анализа влияния робототехники на вычислительное мышление учащихся [19, с. 1-15], в котором анализ подгрупп выявил низкий суммарный эффект (0,27, 95% ДИ [0,08, 0,45]) для подгруппы учащихся начальной школы в 7 исследованиях. Однако следует отметить, что, в отличие от настоящего исследования, в вышеуказанном мета-анализе итоговая оценка была скомпрометирована неоднородностью данных.

**Заключение.** Данное мета-аналитическое исследование предполагает среднюю выгоду от образовательной робототехники в повышении когнитивных способностей учащихся 1-6 классов. Настоящий мета-анализ не содержит разногласий между исследованиями, обнаруженной в предыдущих мета-анализах по этой теме. Тот факт, что самые ранние данные в этом исследовании датируются 2018 годом, подчёркивает начальное состояние исследований настоящей области. На данный момент, насколько нам известно, ни в одном другом мета-анализе исследований робототехники среди школьников ещё не рассматривался уровень начального образования в качестве возможного модификатора эффекта.

Данный мета-анализ обогатил теоретические основы образовательной робототехники и может послужить дополнительным справочным материалом и руководством для исследователей и педагогов начального образования. Полученные нами результаты имеют практические последствия, предоставляя заинтересованным сторонам, таким как учителя и школьные администраторы, взвешенные доказательства эффективности образовательной робототехники, что впоследствии поможет им принимать более обоснованные решения о том, вкладывать ли ресурсы в данный образовательный инструмент.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1 Mukhasheva M., et al. **The impact of educational robotics on cognitive outcomes in primary students: A meta-analysis of recent studies** [Text] / M. Mukhasheva [et al.] // European Journal of Educational Research. – 2023. – № 12(4). – P. 1683. <https://doi.org/10.1016/10.12973/eu-jer.12.4.1683>.

2 Madariaga L. **Offline and online user experience of gamified robotics for introducing computational thinking: Comparing engagement, game mechanics and coding motivation** [Text] / L. Madariaga [et al.] // Computers & Education. – 2023. – Vol. 193. – Article 104664. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104664>.

3 Campos V. M. **Design and piloting of a proposal for intervention with educational robotics for the development of lexical relationships in early childhood education** [Text] / V.M. Campos, F. J. R. Munoz // Smart Learning Environments. – 2023. – № 10. – Article 6. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00226-0>.

4 Wong G. K. **Engaging children in developing algorithmic thinking and debugging skills in primary schools: A mixed-methods multiple case study** [Text] / G. K. Wong, S. Jian, H. Y. Cheung // Education and Information Technologies. – 2024. – Pp 1-50. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12448-x>.

5 Sapounidis T. **Educational robotics and STEM in primary education: A review and a meta-analysis** [Text] / T. Sapounidis, S. Tselegkaridis, D. Stamovlasis // Journal of Research on Technology in Education. – 2024. – Vol. 56. – № 4. – Pp. 462-476. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2160394>.

6 Li J. **Promoting STEAM education in primary school through cooperative teaching: A design-based research study** [Text] / J. Li [et al.] // Sustainability. – 2022. – Vol. 14. – № 16. – Article 10333. <https://doi.org/10.3390/su141610333>.

7 Malinverni L. **Educational robotics as a boundary object: Towards a research agenda** [Text] / L. Malinverni, C. Valero, M. M., Schaper, I. G. De La Cruz // International Journal of Child-Computer Interaction. – 2021. – Vol. 29. – Article 100305. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100305>.

8 Uslu A. N. **A systematic review study on educational robotics and robots** [Text] / A. N. Uslu, G. Ö. Yavuz, Y. Koçak Usluel // Interactive Learning Environments. – 2023. – Vol. 31. – № 9. – Pp. 5874-5898. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2023890>.

9 Zhilmagambetova R.Z. **Investigation of the effectiveness of personalized adaptive mathematics teaching** [Text] / R.Z. Zhilmagambetova, A.M. Mubarakov, Zh.B. Kopeyev, A.Z. Alimagambetova // 3i: intellect, idea, innovation. – 2023. – №2. – P. 195. [https://doi.org/10.52269/22266070\\_2023\\_2\\_194](https://doi.org/10.52269/22266070_2023_2_194).

10 Chou P.N. **Skill development and knowledge acquisition cultivated by maker education: evidence from arduino-based educational robotics. EURASIA** [Text] / P.N. Chou // Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2018. – № 14 (10). – Pp. 1-15. <https://doi.org/10.29333/ejmste/93483>.

11 Caballero-Gonzalez Y.A. **Aprender con robotica en Educacion Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional** [Text] / Y.A. Caballero-Gonzalez, A. Garcia-Valcarcel // Education in the Knowledge Society. – 2020. – № 21. – Article 10. <https://doi.org/10.14201/eks.22956>.

12 Caballero-Gonzalez Y.A. **Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales mediante actividades de aprendizaje con robotica educativa en niveles escolares iniciales** [Text] / Y. A. Caballero-Gonzalez, A. G. V. Munoz-Repiso // Pixel-Bit, Revista de Medios y Educacion. – 2020. – № 58 (58). – Pp. 117-142. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.75059>.

13 **Educational robotics in primary school: Measuring the development of computational thinking skills with the Bebras tasks** [Text] / Chiazzese [et al.] // Informatics. – 2019. – № 6. – Article 43. <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>.

14 Diago P.D. **Exploring the development of mental rotation and computational skills in elementary students through educational robotics** [Text] / P.D. Diago, J. A. Gonzalez-Calero, D.F. Yanez // International Journal of Child-Computer Interaction. – 2022. – № 32. – Article 100388. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100388>.

15 **Using robot-based practices to develop an activity that incorporated the 6E model to improve elementary school students' learning performances** [Text] / H. S. Hsiao [et al.] // Interactive Learning Environments. – 2019. – № 30 (1). – Pp. 85-99. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636090>.

16 **Educational robotics to develop executive functions, visual spatial abilities, planning, and problem solving** [Text] / F. La Paglia, M.M. Francomano, R. Giuseppe, D. La Barbera // *Annual Review of Cyber Therapy and Telemedicine*. – 2018. – № 16. – Pp. 80-86.

17 **Saez-Lopez J. M. The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: Educational use of mBot** [Text] / J. M. Saez-Lopez, M. L. Sevillano-Garcia, E. Vazquez-Cano // *Educational Technology Research and Development*. – 2019. – Vol. 67. – № 6. – Pp. 1405-1425. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5>.

18 **Saez Lopez J.M. La aplicación de la robotica y programacion por bloques en la enseñanza elemental** [Introducing robotics and block programming in elementary education] [Text] / J.M. Saez-Lopez, R. Buceta Otero, S. De Lara Garcia-Cervigon // *Revista Iberoamericana De Educacion a Distancia*. – 2021. – № 24 (1). – Pp. 95-113. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27649>.

19 **Chou P.N. Skill development and knowledge acquisition cultivated by maker education: evidence from arduino-based educational robotics** [Text] / P.N. Chou // *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. – 2020. – Vol. 14. – № 10. – Pp. 1-15. <http://doi.org/10.29333/ejmste/93483>.

## REFERENCES:

1 **Mukhasheva M., Abilkhanova D., Zhilmagambetova R., Mubarakov A., Zhilmagambetov E.** The impact of educational robotics on cognitive outcomes in primary students: A meta-analysis of recent studies. *European Journal of Educational Research*, 2023, no. 12(4), 1683 p. <https://doi.org/10.1016/10.12973/eu-jer.12.4.1683>.

2 **Madariaga L., Garcia-Zapirain B., Zorrilla A. M., Forbes G.** Offline and online user experience of gamified robotics for introducing computational thinking: Comparing engagement, game mechanics and coding motivation. *Computers & Education*, 2023, vol. 193, article 104664. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104664>.

3 **Campos V.M., Munoz F.J.R.** Design and piloting of a proposal for intervention with educational robotics for the development of lexical relationships in early childhood education. *Smart Learning Environments*, 2023, no. 10, article 6. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00226-0>.

4 **Wong G.K., Jian S., Cheung H.Y.** Engaging children in developing algorithmic thinking and debugging skills in primary schools: A mixed-methods multiple case study. *Education and Information Technologies*, 2024, pp. 1-50. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12448-x>.

5 **Sapounidis T., Tselegkaridis S., Stamovlasis D.** Educational robotics and STEM in primary education: A review and a meta-analysis. *Journal of Research on Technology in Education*, 2024, vol. 56, no.4, pp. 462-476. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2160394>.

6 **Li J., Zhang Y., Wang L., Liu X.** Promoting STEAM education in primary school through cooperative teaching: A design-based research study. *Sustainability*, 2022, vol. 14, no. 16, article 10333. <https://doi.org/10.3390/su141610333>

7 **Malinverni L., Valero C., Schaper M. M., De La Cruz I.G.** Educational robotics as a boundary object: Towards a research agenda. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2021, vol. 29, article 100305. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100305>.

8 **Uslu A.N., Yavuz G.Ö., Koçak Usluel Y.** A systematic review study on educational robotics and robots. *Interactive Learning Environments*, 2023, vol. 31, no. 9, pp. 5874-5898. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2023890>.

9 **Zhilmagambetova R.Z., Mubarakov A.M., Kopeyev Zh.B., Alimagambetova A.Z.** Investigation of the effectiveness of personalized adaptive mathematics teaching. *3i: intellect, idea, innovation*, 2023, no. 2, p. 195. [https://doi.org/10.52269/22266070\\_2023\\_2\\_194](https://doi.org/10.52269/22266070_2023_2_194).

10 **Chou P.N.** Skill development and knowledge acquisition cultivated by maker education: evidence from arduino-based educational robotics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2018, no. 14(10), pp. 1-15. <https://doi.org/10.29333/ejmste/93483>.

11 **Caballero-Gonzalez, Y. A., & Garcia-Valcarcel, A.** Aprender con robotica en Educacion Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education in the Knowledge Society*, 2020, no. 21, article 10. <https://doi.org/10.14201/eks.22956>.

12 **Caballero-Gonzalez Y.A., Munoz-Repiso A.G.V.** Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales mediante actividades de aprendizaje con robotica educativa en niveles escolares iniciales. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educacion*, 2020, no. 58(58), pp. 117-142. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.75059>.

13 **Chiazzese G., Fulantelli G., Pipitone V., Taibi D.** Educational robotics in primary school: Measuring the development of computational thinking skills with the Bebras tasks. *Informatics*, 2019, no. 6, article 43. <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>.

14 **Diago P. D., Gonzalez-Calero J. A., Yanez D.F.** Exploring the development of mental rotation and computational skills in elementary students through educational robotics. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2022, no. 32, article 100388. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100388>.

15 **Hsiao H.S., Lin Y.W., Lin K.Y., Lin C.Y., Chen J.C., Chen, J.H.** Using robot-based practices to develop an activity that incorporated the 6E model to improve elementary school students' learning performances. *Interactive Learning Environments*, 2019, no. 30(1), pp. 85-99. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636090>.

16 **La Paglia, F., Francomano, M. M., Giuseppe, R., & La Barbera, D.** Educational robotics to develop executive functions, visual spatial abilities, planning, and problem solving. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 2018, no.16, pp. 80-86.

17 **Saez-Lopez, J. M., Sevillano-Garcia, M. L., & Vazquez-Cano, E.** The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: Educational use of mBot. *Educational Technology Research and Development*, 2019, vol. 67, no. 6, pp. 1405-1425 <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5>.

18 **Saez-Lopez, J. M., Buceta Otero, R., & De Lara Garcia-Cervigon, S.** La aplicación de la robotica y programacion por bloques en la enseñanza elemental [Introducing robotics and block programming in elementary education]. *Revista Iberoamericana De Educacion a Distancia*, 2021, no. 24(1), pp. 95-113. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27649>.

19 Chou, P. N. Skill development and knowledge acquisition cultivated by maker education: evidence from arduino-based educational robotics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2020, vol. 14, no. 10, pp.1-15. <http://doi.org/10.29333/ejmste/93483>.

#### Сведения об авторах:

Мухашева Меруерт Бауыржановна\* – докторант PhD, Высшая школа Педагогике и психологии, Жетысуский университет имени И. Жансугурова, Республика Казахстан, 040009, г. Талдыкорган, ул. Ильяса Жансугурова, 187а, тел.: +7-708-297-99-66, e-mail: mika.m.b@mail.ru.

Ыбыраимжанов Калибек Турдыгазиевич – доктор педагогических наук, профессор Высшей школы Педагогике и психологии, Жетысуский университет имени И. Жансугурова, Республика Казахстан, 040009, г. Талдыкорган, ул. Ильяса Жансугурова, 187а, тел.: +7-702-371-45-47, e-mail: tarmpi\_school@mail.ru.

Мамекова Асем Танирбергеновна – PhD доктор, Высшая школа Педагогике и психологии, Жетысуский университет имени И. Жансугурова, Республика Казахстан, 040009, г. Талдыкорган, ул. Ильяса Жансугурова, 187а, тел.: +7-707-862-29-20, e-mail: asem\_tamekova1979@mail.ru.

Мухашева Меруерт Бауыржановна\* – PhD докторанты, Педагогика және психология жоғары мектебі, I.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан Республикасы, 040009, Талдықорған қ., I.Жансүгіров к., 187а, тел.: +7-708-297-99-66, e-mail: mika.m.b@mail.ru.

Ыбыраимжанов Калибек Турдыгазиевич – п.ғ.д., профессор, Педагогика және психология жоғары мектебі, I.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан Республикасы, 040009, Талдықорған қ., I.Жансүгіров к., 187а, тел.: +7-702-371-45-47, e-mail: tarmpi\_school@mail.ru.

Мамекова Асем Танирбергеновна – PhD докторы, Педагогика және психология жоғары мектебі, I.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан Республикасы, 040009, Талдықорған қ., I.Жансүгіров к., 187а, тел.: +7-707-862-29-20, e-mail: asem\_tamekova1979@mail.ru.

Mukhasheva Meruyert Bauyrzhanovna\* – PhD student, Higher School of Pedagogy and Psychology, I.Zhansugurov Zhetysu University, Republic of Kazakhstan, 040009, Taldykorgan, 187A Ilyas Zhansugurov Str., tel.: +7-708-297-99-66, e-mail: mika.m.b@mail.ru.

Ybyraimzhanov Kalibek Turdygazyevich – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Higher School of Pedagogy and Psychology, I.Zhansugurov Zhetysu University, Republic of Kazakhstan, 040009, Taldykorgan, 187 Ilyas Zhansugurov Str., tel.:+7-702-371-4547, e-mail: tarmpi\_school@mail.ru.

Mamekova Assem Tanirbergenovna – PhD, Higher School of Pedagogy and Psychology, I.Zhansugurov Zhetysu University, Republic of Kazakhstan, 040009, Taldykorgan, 187A Ilyas Zhansugurov Str., tel.:+7-707-862-29-20, e-mail: asem\_tamekova1979@mail.ru.

МРНТИ 14.25.09

УДК 373.022:517.91

[https://doi.org/10.52269/22266070\\_2024\\_4\\_270](https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_270)

#### ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ У ШКОЛЬНИКОВ МЫСЛИТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ 21-ГО ВЕКА

Нургабыл Д.Н. – доктор физико-математических наук, профессор, Жетысуский университет имени И. Жансугурова, г. Талдыкорган, Республика Казахстан.

Саткулов Б.Б.\* – PhD докторант, Жетысуский университет имени И. Жансугурова, г. Талдыкорган, Республика Казахстан.

В предлагаемой статье приведены результаты экспериментальных данных, посредством которых было выявлено, что у учителей трудности возникали чаще всего: при составлении заданий к практико-ориентированным задачам в контексте программной концепции PISA-2021; при установлении соответствия между алгоритмом решения практико-ориентированных задач и мышлением 21 века. Содержательный и сравнительный анализы научных работ позволили сделать заключение о недостаточной разработанности методологической базы для составления учебных задач в контексте формирования и развития у школьников навыков 21-го века. Для решения этой проблемы в статье предлагается когнитивный и деятельностный методы обучения, метод редукции данной задачи к оценочно-обучающим заданиям в контексте экзаменационных заданий PISA. Рассмотрена проблема выявления учителями влияния этапов решения задач на развитие математических рассуждений учащихся. В работе разработаны задачи, иллюстрирующие методику применения когнитивно-деятельностных подходов обучения, которые способствовали бы развитию математических рассуждений у школьников. Применение такой методики в обучении предполагает создание проблемной ситуации, самостоятельное решение заданий, интерпретации решения поставленной задачи. Предложенный способ проектирования заданий к проблемным ситуациям может быть эффективно использован при составлении учебников нового поколения в Республике Казахстан.

**Ключевые слова:** мыслительные способности, математическая грамотность, практико-ориентированная задача, когнитивный метод обучения, деятельностный метод обучения, математическое рассуждение.