RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA KICHIK MAKTAB YOSHIDAGI O‘QUVCHILARDA METAKOGNITIV JARAYONLARNI SHAKLLANTIRISH METODIKASINING SAMARADORLIGI: PEDAGOGIK TAJRIBA NATIJALARI VA STATISTIK TAHLIL

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАКОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА И СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

EFFECTIVENESS OF THE METHODOLOGY FOR DEVELOPING METACOGNITIVE PROCESSES OF PRIMARY SCHOOL CHILDREN USING DIGITAL TECHNOLOGIES: RESULTS OF A PEDAGOGICAL EXPERIMENT AND STATISTICAL ANALYSIS

Содикова Дилоромхон Ботиржон кизи
Turan International University
E-mail: sodikova.dilorom00@gmail.com,
ORCID: 0009-0000-5299-3321,
тел.: +998 93 261 00 26

Annotatsiya. *Maqolada raqamli texnologiyalar asosida boshlang‘ich sinf o‘quvchilarida metakognitiv jarayonlarni shakllantirish va rivojlantirish metodikasini tajriba-sinovdan o‘tkazish natijalari hamda ularning matematik-statistik tahlili keltiriladi. Tajribada 515 nafar 3–4-sinf o‘quvchisi (258 nafari tajriba, 257 nafari nazorat guruhida) ishtirok etdi. Tajribadan keyin tajriba guruhida o‘rtacha ball 2,30 (76,6%), nazorat guruhida 1,94 (64,7%) ni tashkil etdi; farq Styudent ($T = 5,40$) va Pirson ($\chi^2 = 36,97$) mezonlari bo‘yicha statistik ahamiyatli. Guruhlarning boshlang‘ich darajasidagi farq hisobga olinib, o‘sish ko‘rsatkichlari ham tahlil qilingan.*

Kalit so‘zlar: *pedagogik tajriba, metakognitiv jarayonlar, statistik tahlil, Styudent mezoni, Pirson mezoni, samaradorlik, raqamli texnologiyalar.*

Аннотация. *В статье представлены результаты экспериментальной проверки методики формирования и развития метакогнитивных процессов у учащихся начальных классов с использованием цифровых технологий и их математико-статистический анализ. В эксперименте участвовали 515 учащихся 3–4 классов (258 – в экспериментальной, 257 – в контрольной группе). После эксперимента средний балл в экспериментальной группе составил 2,30 (76,6%), в контрольной – 1,94 (64,7%); различие статистически значимо по критериям Стьюдента ($T = 5,40$) и Пирсона (χ^2*

= 36,97). С учётом исходного различия групп проанализированы также показатели прироста.

Ключевые слова: *педагогический эксперимент, метакогнитивные процессы, статистический анализ, критерий Стьюдента, критерий Пирсона, эффективность, цифровые технологии.*

Abstract. *The article presents the results of experimental testing of a methodology for forming and developing metacognitive processes of primary school pupils using digital technologies and their statistical analysis. The experiment involved 515 pupils of grades 3–4 (258 in the experimental and 257 in the control group). After the experiment, the mean score was 2.30 (76.6%) in the experimental group and 1.94 (64.7%) in the control group; the difference is statistically significant according to Student's t-test (T = 5.40) and Pearson's chi-square test (χ^2 = 36.97). Taking into account the initial difference between the groups, gain scores were also analysed.*

Keywords*:* *pedagogical experiment, metacognitive processes, statistical analysis, Student's t-test, Pearson's chi-square test, effectiveness, digital technologies.*

Введение. Цифровизация начального образования ставит вопрос не только о том, какие технологии использовать, но и о том, дают ли они измеримый педагогический эффект. Это особенно важно для метакогнитивных умений, которые трудно наблюдать непосредственно и которые легко принять за побочный результат предметного обучения. Убедительный ответ на вопрос об эффективности методики может дать только педагогический эксперимент с контрольной группой и статистической обработкой данных [1; 2].

В предыдущих публикациях нами были описаны модель формирования метакогнитивной деятельности младших школьников, комплекс диагностических инструментов и программа формирующего этапа из 12 занятий, реализованная на платформе MOTOCOGNITION [3]. Цель настоящей статьи – представить итоговые результаты педагогического эксперимента и статистически оценить эффективность разработанной методики.

Анализ литературы. Международные исследования свидетельствуют о высокой эффективности программ развития метакогниции и саморегуляции. Метаанализ Ш. Дигнат и Г. Бюттнера, охвативший интервенционные исследования в начальной и средней школе, показал, что средний эффект таких программ составляет порядка 0,6–0,7 стандартного отклонения, причём эффект выше при обучении стратегиям рефлексии [4]. Руководство Education Endowment Foundation оценивает обучение метакогниции как одно из наиболее эффективных и экономичных педагогических вмешательств [5]. Р. Азеведо и соавторы установили, что цифровые среды обучения повышают результаты при наличии встроенной поддержки саморегуляции [6].

Методические основы статистической проверки педагогических гипотез изложены в работах Д.А. Новикова, М.И. Грабаря и К.А. Краснянской [7; 8]; интерпретация величины эффекта – в работе Дж. Коэна [9]. Вместе с тем экспериментальных данных об эффективности цифровых методик развития метакогниции именно у младших школьников Узбекистана в литературе практически нет.

Методы. Эксперимент проводился в 2023–2026 годах в общеобразовательных школах № 2, 5, 11 г. Гулистана, № 2, 6, 9 г. Ферганы, школе № 35 Янгинаманганского района и SATA International School. В экспериментальную группу (ЭГ) вошли 258 учащихся 3–4 классов (Сырдарьинская область – 86, Ферганская – 116, Наманганская – 56), в контрольную (КГ) – 257 учащихся (87, 115 и 55 соответственно). В ЭГ реализовывалась методика с использованием платформы MOTOCOGNITION и программы из 12 занятий, в КГ обучение велось по традиционной методике.

Эксперимент включал констатирующий, формирующий и контрольный этапы. Сформированность метакогнитивной деятельности оценивалась по четырём критериям (умение планировать; умение контролировать и регулировать; рефлексивность и осознание; прогресс в учебной самостоятельности) на трёх уровнях: достаточном (3 балла), допустимом (2 балла) и критическом (1 балл). Для анализа рассчитывались средний балл, дисперсия и стандартное отклонение, относительная ошибка среднего, t-критерий Стьюдента для независимых выборок, критерий χ^2 Пирсона, доверительные интервалы ($\gamma = 0{,}95$) и величина эффекта d Коэна. Уровень значимости принят $\alpha = 0{,}05$.

Результаты. Распределение учащихся по уровням до и после эксперимента представлено в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1.

Обобщённые результаты экспериментальной работы (количество учащихся и %)

Группа	Этап	Достаточный	Допустимый	Критический	Средний балл
ЭГ (n = 258)	До эксперимента	23 (8,9%)	142 (55,0%)	93 (36,0%)	1,73
	После эксперимента	129 (50,0%)	77 (29,8%)	52 (20,2%)	2,30
КГ (n = 257)	До эксперимента	15 (5,8%)	110 (42,8%)	132 (51,4%)	1,54
	После эксперимента	62 (24,1%)	118 (45,9%)	77 (30,0%)	1,94

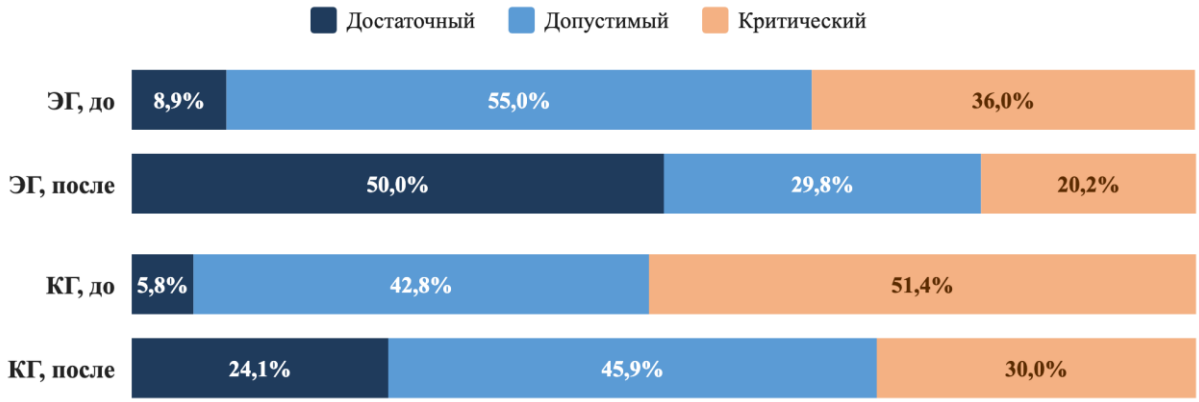

Рис. 1. Структура уровней сформированности метакогнитивной деятельности в ЭГ и КГ до и после эксперимента

После эксперимента доля учащихся достаточного уровня в ЭГ составила 50,0% против 24,1% в КГ, а доля учащихся критического уровня – 20,2% против 30,0%. Средний балл в ЭГ: $\bar{X} = 0{,}50 \cdot 3 + 0{,}30 \cdot 2 + 0{,}20 \cdot 1 = 2{,}30$ (76,6% от максимума), в КГ: $\bar{Y} = 0{,}24 \cdot 3 + 0{,}46 \cdot 2 + 0{,}30 \cdot 1 = 1{,}94$ (64,7%). Таким образом, средний уровень в ЭГ после эксперимента выше на 12 процентных пунктов.

Дисперсии выборок составили $S^2x = 0{,}61$ и $S^2y = 0{,}54$, стандартные отклонения – $Sx = 0{,}78$ и $Sy = 0{,}73$. Относительные ошибки средних значений ($Cx = Sx / (\sqrt{n} \cdot \bar{X}) = 2{,}11\%$ и $Cy = 2{,}35\%$) значительно ниже 5%, что свидетельствует о достаточной точности оценок.

Для проверки гипотезы H_0 о равенстве средних использован t-критерий Стьюдента: $T = (\bar{X} - \bar{Y}) / \sqrt{(S^2x/n + S^2y/m)} = 0{,}36 / 0{,}0667 \approx 5{,}40$. При числе степеней свободы ≈ 511 и $\alpha = 0{,}05$ критическое значение $t = 1{,}96$. Поскольку $T = 5{,}40 > 1{,}96$, гипотеза H_0 отвергается: средний уровень сформированности метакогнитивной деятельности в ЭГ статистически значимо выше, чем в КГ.

Для проверки гипотезы о равенстве распределений по уровням применён критерий χ^2 Пирсона. Эмпирическое значение составило $\chi^2 = 36{,}97$, что превышает критическое значение 5,99 ($df = 2$, $\alpha = 0{,}05$) и 9,21 ($\alpha = 0{,}01$). Следовательно, различия в распределениях ЭГ и КГ не случайны.

Доверительные интервалы средних ($\gamma = 0{,}95$) составили для ЭГ $2{,}30 \pm 0{,}10$ (2,20–2,40), для КГ $1{,}94 \pm 0{,}09$ (1,85–2,03); интервалы не перекрываются (рис. 2). Величина эффекта d Коэна $= 0{,}36 / \sqrt{((0{,}61 + 0{,}54)/2)} \approx 0{,}48$, что соответствует эффекту средней величины. Коэффициент эффективности обучения $K = \bar{X} / \bar{Y} = 2{,}30 / 1{,}94 \approx 1{,}19 > 1$, показатель повышения уровня знаний $\bar{X} - \bar{Y} = 0{,}36 > 0$. Сводные статистические показатели приведены в таблице 2.

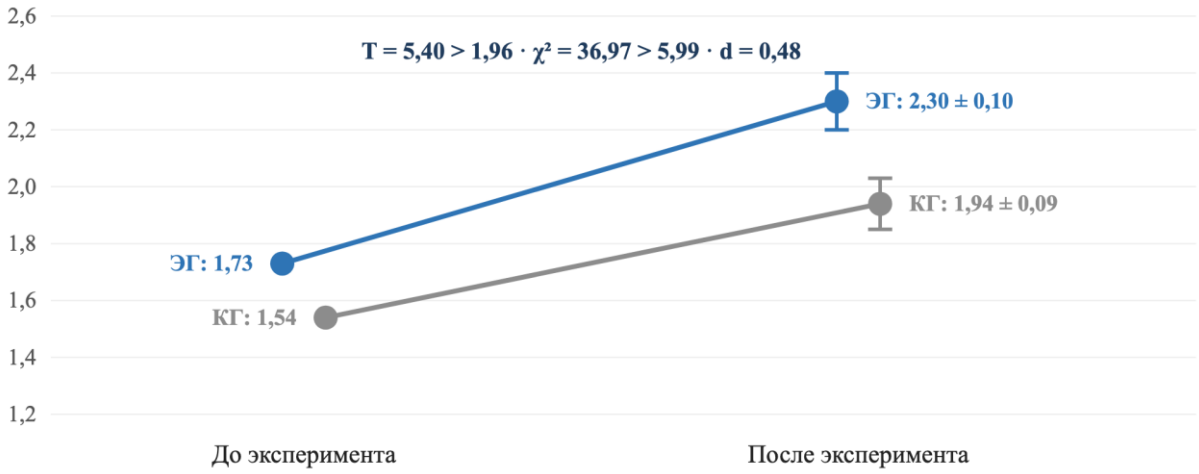

Рис. 2. Средний балл ЭГ и КГ до и после эксперимента с 95%-ными доверительными интервалами

Таблица 2.

Статистические показатели результатов опытно-экспериментальной работы (после эксперимента)

Показатель	**ЭГ**	**КГ**
Объём выборки	258	257
Средний балл (% от максимума)	2,30 (76,6%)	1,94 (64,7%)
Дисперсия / стандартное отклонение	0,61 / 0,78	0,54 / 0,73
Относительная ошибка среднего	2,11%	2,35%
Доверительный интервал (γ = 0,95)	2,20–2,40	1,85–2,03
Прирост среднего балла за эксперимент	+0,57	+0,40
t-критерий Стьюдента	T = 5,40 > 1,96	
Критерий χ^2 Пирсона	χ^2 = 36,97 > 5,99	
Величина эффекта d Коэна	0,48	
Коэффициент эффективности K	1,19	

Важно учитывать, что группы различались уже на констатирующем этапе: средний балл ЭГ составлял 1,73, КГ – 1,54, различие распределений было статистически значимым (χ^2 = 12,51 > 5,99). Поэтому дополнительно сопоставлен прирост показателей за период эксперимента. Средний балл в ЭГ вырос на 0,57 (с 1,73 до 2,30), в КГ – на 0,40 (с 1,54 до 1,94). Доля учащихся достаточного уровня в ЭГ увеличилась в 5,6 раза (с 8,9 до 50,0%), в КГ – в 4,2 раза (с 5,8 до 24,1%). Анализ по отдельным критериям показал одинаковую картину: прирост среднего балла в ЭГ составил 0,58–0,59 по каждому из четырёх критериев против 0,38–0,39 в КГ.

Обсуждение. Результаты эксперимента подтверждают гипотезу исследования: целенаправленное и методически обоснованное использование цифровых технологий создаёт эффективные условия для формирования и развития метакогнитивных процессов у учащихся начальных классов. Предоставление быстрой обратной связи,

возможность самостоятельной проверки результата, индивидуальная образовательная траектория и стимулирование рефлексии положительно влияют на развитие умений планировать, контролировать, оценивать и рефлексировать учебную деятельность.

Полученная величина эффекта ($d \approx 0,48$) сопоставима с данными международных метаанализов программ развития саморегуляции [4; 5] и несколько ниже их средних значений, что объяснимо: в нашем исследовании сравнивались не «метакогнитивное обучение» и «его отсутствие», а цифровая методика и традиционное обучение, в рамках которого учащиеся КГ также демонстрировали заметный прирост (+0,40 балла). Это подтверждает, что метакогнитивные умения младших школьников развиваются и при обычном обучении, однако целенаправленная методика ускоряет этот процесс примерно в полтора раза.

Ограничением исследования является исходная неэквивалентность групп: ЭГ на констатирующем этапе имела более высокий уровень. Сравнение итоговых показателей само по себе могло бы переоценить эффект методики, поэтому дополнительно был проанализирован прирост, который также оказался выше в ЭГ (0,57 против 0,40). Для окончательного устранения влияния исходного уровня в будущих исследованиях целесообразно применять ковариационный анализ на индивидуальных данных и рандомизацию классов, а также отсроченную диагностику для проверки устойчивости эффекта.

Таким образом, математико-статистический анализ подтвердил эффективность методики формирования и развития метакогнитивных процессов у младших школьников с использованием цифровых технологий: после эксперимента средний уровень в ЭГ на 12 процентных пунктов выше, чем в КГ, различия значимы по критериям Стьюдента и Пирсона, а прирост показателей в ЭГ в полтора раза превышает прирост в КГ. Результаты обосновывают целесообразность внедрения цифровых технологий в начальное образование не просто как технического инструмента, а как метакогнитивного педагогического средства, помогающего учащимся понимать, контролировать и оценивать собственную познавательную деятельность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

Cohen L., Manion L., Morrison K. Research methods in education. – 8th ed. – London: Routledge, 2018.

Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: Синтег, 2007. – 668 с.

Sodikova D. The structure of metacognitive activity in modern education // Foreign Linguistics and Linguodidactics. – 2026. – Special Issue 6. – P. 263–268.

Dignath C., Büttner G. Components of fostering self-regulated learning among students. A meta-analysis on intervention studies at primary and secondary school level // Metacognition and Learning. – 2008. – Vol. 3, № 3. – P. 231–264.

Education Endowment Foundation. Metacognition and self-regulated learning: Guidance report. – 2nd ed. – London: EEF, 2021.

Azevedo R., Aleven V. (eds.) International handbook of metacognition and learning technologies. – New York: Springer, 2013.

Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи). – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.

Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.

Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. – 2nd ed. – Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1988.