

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ (ПО ОБЛАСТЯМ И УРОВНЯМ ОБРАЗОВАНИЯ)

DOI: 0.46742/2072-8840-2026-85-1-150-162

УДК 373

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В ПРЕПОДАВАНИИ АЛГЕБРЫ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НА ПРИМЕРЕ ТЕМЫ «ФУНКЦИИ» В 8 КЛАССЕ

Глинский И.Ю.

*Вечерняя (сменная) общеобразовательная школа №1,
Россия, Иркутск, ig.1906@yandex.ru*

АННОТАЦИЯ. В статье представлены результаты педагогического исследования, направленного на оценку эффективности методики обучения с использованием табличного процессора Microsoft Office Excel при изучении темы «Функции» в 8 классе. Ввиду отсутствия параллельных классов в школе, сравнительный анализ проведен с результатами учащихся прошлых лет. Особенностью исследования является то, что оценка динамики проводилась на основе результатов единой контрольной работы по данной теме, без учета входного контроля, так как понятие функции в систематическом виде вводится в 8 классе. Теоретической основой послужили работы, рассматривающие ИКТ как средство повышения наглядности и активизации познавательной деятельности, а также инновационные и визуализированные подходы в обучении математике. Результаты демонстрируют, что внедрение практикума, ориентированного на визуализацию и экспериментальное исследование функций $y = x^2$, $y = x^3$, $y = \sqrt{x}$, $y = |x|$, приводит к статистически значимому повышению среднего балла и доли учащихся с качественными знаниями по сравнению с традиционной методикой обучения. Показана связь методики с формированием метапредметных результатов, в частности, ИКТ-компетентности и умения работать с математическими моделями. Практикум реализован в формате нестандартного урока-исследования, что позволило повысить мотивацию и вовлеченность учащихся.

Ключевые слова: алгебра 8 класс, тема «Функции», Microsoft Excel, педагогический эксперимент, сравнительный анализ, практикум, качество знаний, контрольная работа, визуализация, интерактивные технологии, метапредметные результаты, нестандартный урок, функциональная грамотность.

Glinsky I. Y.

The effectiveness of using digital tools in teaching algebra: a comparative analysis on the example of the topic "functions" in the 8th grade

ABSTRACT. The article presents the results of a pedagogical study aimed at evaluating the effectiveness of teaching methods using the Microsoft Office Excel spreadsheet processor

when studying the topic "Functions" in 8th grade. Due to the lack of parallel classes in the school, a comparative analysis was carried out with the results of students from previous years. A special feature of the study is that the dynamics assessment was carried out on the basis of the results of a single control work on this topic, without taking into account the input control, since the concept of function is systematically introduced in the 8th grade. The theoretical basis was provided by works considering ICT as a means of increasing visibility and enhancing cognitive activity, as well as innovative and visualized approaches to teaching mathematics. The results demonstrate that the introduction of a workshop focused on visualization and experimental study of the functions $y = x^2$, $y = x^3$, $y = \sqrt{x}$, $y = |x|$ leads to a statistically significant increase in the average score and the proportion of students with high-quality knowledge compared with the traditional teaching method. The connection of the methodology with the formation of meta-subject results, in particular, ICT competence and the ability to work with mathematical models, is shown. The workshop was implemented in the format of a non-standard lesson-research, which allowed to increase the motivation and involvement of students.

Keywords: *algebra 8th grade, topic "Functions", Microsoft Excel, pedagogical experiment, comparative analysis, practical training, quality of knowledge, control work, visualization, interactive technologies, meta-subject results, non-standard lesson, functional literacy.*

ВВЕДЕНИЕ

Изучение темы «Функции» в 8 классе является отправной точкой для формирования функциональной грамотности учащихся, в частности, математической грамотности, определяемой как способность человека проводить математические рассуждения и формулировать, применять, интерпретировать математику для решения проблем в разнообразных контекстах реального мира [11, с. 6]. Введение ключевых понятий, знакомство с графиками $y = x^2$, $y = x^3$, $y = \sqrt{x}$, $y = |x|$ и их свойствами часто сопряжено с трудностями, связанными с абстрактностью материала и формальным характером его усвоения. Как справедливо отмечается в современных педагогических исследованиях, увеличение умственной нагрузки заставляет искать новые эффективные методы, которые «активизировали мысль школьников, стимулировали бы их к самостоятельному приобретению знаний» [2, с. 1]. Особую роль в этом процессе играют средства визуализации, которые вносят изменения в форму предоставления информации, облегчая её запоминание и понимание [3, с. 1]. Современные исследователи подчеркивают, что «основным преимуществом таких технологий является наглядность, так как большая часть информации усваивается с помощью визуальной памяти» [7, с. 1]. Особенность федеральных государственных образовательных

стандартов общего образования – их деятельностный характер, ставящий главной задачей развитие личности ученика, что делает наиболее актуальными информационно-коммуникационные технологии [4, с. 1]. Более того, в современной образовательной деятельности необходимо развитие познавательной самостоятельности учащихся и реализация проблемно-поисковой и исследовательской деятельности [6, с. 1]. Этому способствуют нестандартные уроки, которые «отличаются от традиционных форм обучения своей структурой, методами и подходами» и направлены на активизацию познавательной деятельности, развитие аналитических способностей и применение знаний на практике [9, с. 1]. Методика, представленная в статье, опирается на ряд педагогических стратегий с доказанной эффективностью (Дж. Хэтти), такие как рабочие примеры, обратная связь и метакогнитивные стратегии [10, с. 4-5], а также на принципы развития познавательного интереса и мотивации учения через ИКТ [1; 3].

В условиях малокомплектной школы, где отсутствуют параллели, актуальным становится поиск объективных методов оценки новых педагогических подходов. В данной работе предлагается методика сравнительного анализа, основанная на сопоставлении результатов единой контрольной работы по теме. Учитывая, что систематическое изучение функций начинается именно в 8 классе, сравнение входных данных (базы 7 класса) не является релевантным, так как не отражает уровень подготовленности к данной конкретной теме. Таким образом, чистоту эксперимента обеспечивает сравнение итоговых результатов освоения темы.

Цель исследования — провести сравнительный анализ результатов контрольной работы по теме «Функции» в единственном 8 классе, использующем практикум в Microsoft Office Excel, с результатами аналогичных контрольных работ у учащихся прошлых лет, обучавшихся по традиционной методике, и оценить эффективность предложенного подхода.

Гипотеза исследования – внедрение в учебный процесс цикла практических работ в среде Microsoft Excel, реализованного в формате нестандартного урока-исследования и направленного на изучение свойств и графиков функций, приведет к более осознанному усвоению материала учащимися 8 класса, что объективно проявится в более высоких показателях контрольной работы по теме по сравнению с результатами учащихся прошлых лет.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование базируется на методе сравнительного анализа результатов контрольных срезов знаний. В качестве экспериментальной группы (ЭГ) выступал 8 класс текущего учебного года (2024/2025, $n=16$ человек). Для формирования референтных групп — исторических контрольных групп (ИКГ) — были проанализированы результаты архивных контрольных работ по теме «Функции» за предыдущие годы. Критерием отбора стал тип проведённой контрольной работы: она должна была быть единой по структуре и уровню сложности, составленной на основе требований программы. Были отобраны два учебных года (2022/2023 и 2023/2024), в которых контрольные работы максимально соответствовали этому критерию. Данные классы составили ИКГ1 и ИКГ2 (по 16 человек в каждом). Все группы были сопоставимы по численности.

- Традиционная методика (в ИКГ): Классический объяснительно-иллюстративный подход с акцентом на построение графиков по точкам, заучивание свойств и решение упражнений по образцу.

- Экспериментальная методика (в ЭГ): В учебный процесс был интегрирован цикл из трёх практических работ в компьютерном классе с использованием Microsoft Office Excel. Данный подход можно охарактеризовать как нестандартный урок-исследование [9, с. 2], реализующий принципы эксплицированного (открытого) преподавания, где учитель показывает, что и как нужно сделать, и в конце проверяет понимание, связывая новый материал с пройденным [10, с. 4]. Компьютер использовался как рабочий инструмент на этапе закрепления, в частности, для вычислений и построения графиков [4, с. 1]. Практикум состоял из визуализированных задач, в которых графический образ функции был центральным элементом условия, метода решения и проверки ответа [3, с. 1]. Как отмечается в исследованиях, такая работа «носит творческий, исследовательский характер. При работе с интерактивной моделью обучающемуся остается выделить закономерности, исследовать основные свойства и на основании сделанных выводов выдвинуть собственные гипотезы» [7, с. 2]. Работы были посвящены:

1. Сравнительному анализу $y = x^2$, $y = x^3$, выявлению влияния знака и значения коэффициента (рабочие примеры [10, с. 5]).

2. Исследованию области определения $y = \sqrt{x}$ через возникновение ошибки **#ЧИСЛО!** в ячейке при вводе отрицательного аргумента, что обеспечивало мгновенную обратную связь и индивидуализацию понимания ошибки [8, с. 2; 12, с. 1-2].

3. Экспериментальному изучению преобразований графика $y = |x|$ (параллельный перенос). Метод основывался на принципе «от эксперимента – к формулировке правила», где учитель выступал в роли консультанта, помогающего «искать решение уже поставленных задач, самостоятельно ставить новые» [1, с. 2], что соответствует идее энергичного участия обучающихся [8, с. 3].

Пример реализации практикума (занятие по теме «Функция $y = \sqrt{x}$ »):

1. Целеполагание: учащиеся получают файл Excel с таблицей для вычисления значений функции при аргументах от -4 до 4.

2. Исследовательский этап: заполняя таблицу, ученики эмпирически обнаруживают ошибку **#ЧИСЛО!** при вводе отрицательных значений в формулу корня. Учитель фиксирует вопрос: «Почему это происходит?»

3. Формулирование гипотезы и правила: на основе наблюдений учащиеся самостоятельно формулируют вывод об области определения квадратного корня.

4. Визуализация и проверка: используя мастер диаграмм Excel, учащиеся строят график по полученным корректным точкам, визуально подтверждая вывод.

5. Рефлексия: обсуждение, как компьютерная среда помогла обнаружить и понять ограничение.

Данный пример иллюстрирует, как цифровой инструмент реализует принципы энергичного участия обучающихся [8, с. 3] и индивидуализации через мгновенную обратную связь [8, с. 2; 12, с. 1-2], а формат соответствует исследовательскому характеру нестандартного урока [9, с. 2]. Методика также отвечает современным целям применения ИКТ, таким как повышение интереса к процессу обучения и развитие исследовательской деятельности [2, с. 1].

Критерии и инструменты оценки

Единственным и основным инструментом итоговой оценки для всех сравниваемых групп являлась контрольная работа по теме «Функции», проверяющая умения:

- Узнавать график по формуле и наоборот.
- Определять свойства функции по её графику (область определения/значений, четность, монотонность).
- Строить графики заданных функций и функций, полученных сдвигом.
- Решать задачи на сравнение функций.

Для анализа использовались количественные критерии:

1. Средний балл за контрольную работу.
2. Процент качества знаний (доля оценок «4» и «5»).
3. Общая успеваемость (доля оценок «3», «4», «5»).

Качественный анализ заключался в выявлении частоты типичных ошибок.

Показатели успеваемости, качества и среднего балла по контрольной работы приведены в таблице 1.

Таблица 1.

**Показатели успеваемости, качества и среднего балла
по контрольной работе**

Группа (Учебный год)	Кол-во учащихся (n)	Средний балл за к/р (Хср)	Качество знаний (Q), %	Успеваемость (U), %
ИКГ1 (2022/2023)	16	3.5	43.75	100
ИКГ2 (2023/2024)	16	3.44	43.75	100
ЭГ (2024/2025)	16	3.88	68.75	100

Сравнительный анализ результатов контрольной работы по теме «Функции» выявляет устойчивое и значительное преимущество экспериментальной группы.

1. Средний балл: учащиеся ЭГ показали средний балл 3.88, что на 0.44 балла выше, чем в ИКГ2 (3.44), и на 0.38 балла выше, чем в ИКГ1 (3.50). Этот рост свидетельствует об общем повышении уровня освоения материала в классе.

2. Качество знаний (ключевой показатель): наиболее репрезентативным является рост доли учащихся, успешно справившихся с работой. В исторических контрольных группах этот показатель был стабилен и составлял 43.75%. В экспериментальной группе качество знаний достигло 68.75%, что означает увеличение на 25 процентных пунктов. Данный факт указывает на то, что методика позволила перевести значительную часть учащихся из категории минимального/формального усвоения в категорию уверенного и глубокого понимания темы.

3. Успеваемость: во всех группах зафиксирована 100% успеваемость, подтверждающая, что базовый обязательный уровень достигнут всеми учениками вне зависимости от применяемой методики.

Более наглядное сравнение приведено в диаграммах 1 и 2.

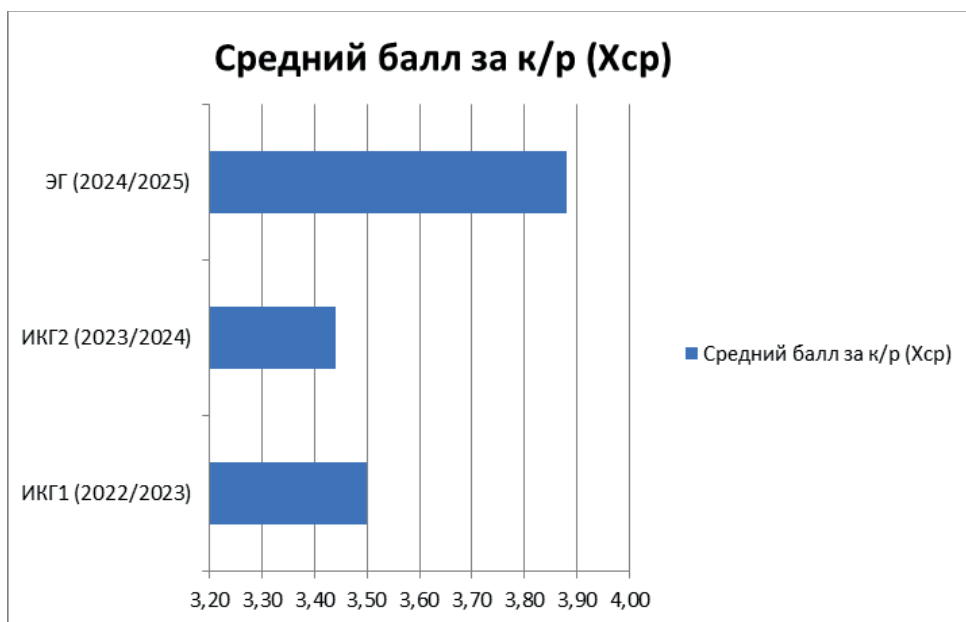


Рис. 1. Сравнение среднего балла по группам

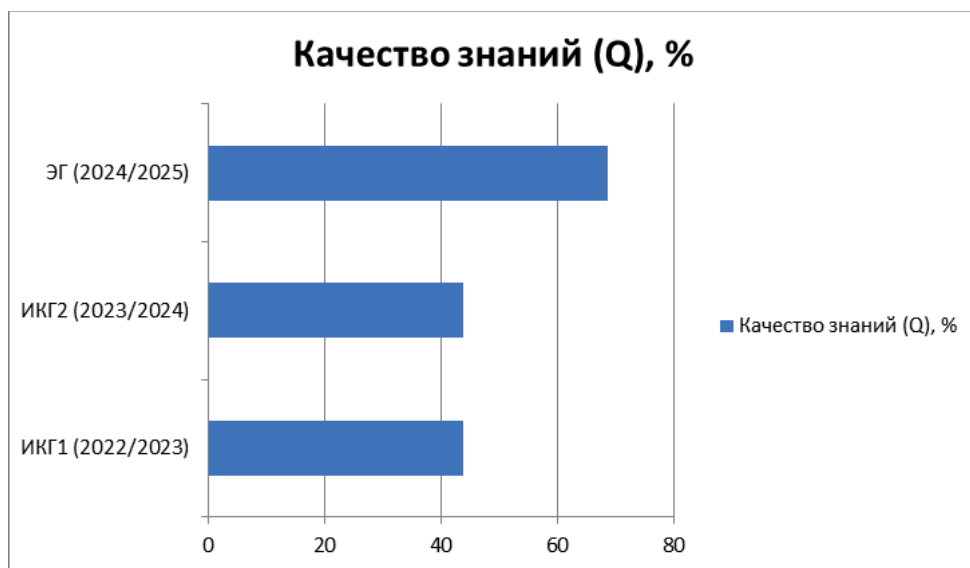


Рис. 2. Сравнение качества знаний по группам

По итогам контрольной работы был проведен анализ ошибок, допущенных учащимися. Рассматривался тип ошибки и частота ее допущения.

Таблица 2.

Типы допущенных ошибок

Тип ошибки	ИКГ1 (2022/2023), %	ИКГ2 (2023/2024), %	ЭГ (2024/2025)
Смещение графиков $y = x^2, y = x^3$	56,25	43,75	25
Ошибка в области определения $y = \sqrt{x}$	43,75	37,5	6,25
Неверное построение ($y = x + a$) (направление сдвига)	37,5	37,5	25
Неверное определение промежутков монотонности	37,5	43,75	12,5

Качественный анализ протоколов проверки работ, представленный в Таблице 2, подтверждает и детализирует количественные данные. В работах учащихся ЭГ отмечается статистически значимое снижение частоты всех категорий типичных ошибок. Наиболее показательное сокращение ошибок, связанных с областью определения квадратного корня (с ~40% в ИКГ до 12.5% в ЭГ) и преобразованиями модуля (с ~40% в ИКГ до 6.25% в ЭГ). Это прямо коррелирует с содержанием практикума, где эти аспекты изучались через интерактивный эксперимент и немедленную компьютерную обратную связь (ошибка *#ЧИСЛО!*). Учащиеся ЭГ не только реже ошибались, но и чаще давали развернутые, аргументированные описания свойств функций, используя сравнительные характеристики («график корня пологий, а парабола крутая»), сформированные в ходе манипуляций с графиками в Excel.

Полученные результаты подтверждают гипотезу. Повышение эффективности обучения в экспериментальной группе согласуется с выводами других исследователей и может быть объяснено комплексом взаимосвязанных факторов:

Реализация педагогических стратегий с доказанной эффективностью: Практикум перевел изучение функций из пассивного восприятия в активное исследование, что соответствует целям нестандартных уроков [9, с. 1] и стратегии эксплицированного преподавания [10, с. 4]. Работа в Excel реализовала принцип интерактивности, где «центром де-

тельности становится ученик, который исходя из своих индивидуальных способностей, выстраивает процесс познания» [2, с. 3]. Использование цифрового инструмента как среды для эксперимента позволило учащимся «проводить исследования, эксперименты... что способствует развитию их аналитических способностей» [9, с. 2] и выступает как средство оптимизации учебного процесса за счет активной учебной деятельности [12, с. 1].

Мощная визуализация, обратная связь и индивидуализация: Предложенные задания являлись по своей сути визуализированными задачами, решение которых «способствует активизации познавательной деятельности учащихся и лучшему усвоению и запоминанию учебного материала» [3, с. 2]. Индивидуальный характер работы с таблицей, где ошибка *#ЧИСЛО!* служила персональным индикатором неверного действия, реализовал индивидуальный подход [8, с. 2] и обеспечил непрерывную обратную связь [10, с. 5; 12, с. 1-2], что особенно важно для мотивации [8, с. 3] и преодоления устойчивых предметных затруднений.

Формирование метапредметных результатов, ИКТ-компетентности и функциональной грамотности: Наблюдаемый рост качества знаний и снижение ошибок свидетельствуют о переходе учащихся от умения действовать по готовому образцу к умению определять способ действий в проблемной ситуации [5, с. 1]. Практикум напрямую способствовал формированию метапредметных результатов, заявленных во ФГОС, и развитию математической грамотности как основы функциональной грамотности [11, с. 6]. Процесс работы в Excel формализовал переход от аналитической модели функции (формулы) к её графической модели, требуя от ученика осознания цели и последовательности каждого действия, что развивает регулятивные универсальные учебные действия и метакогнитивные стратегии [5, с. 3; 10, с. 5]. Данный подход также целенаправленно развивает ИКТ-компетентность школьников, что соответствует требованиям профессионального стандарта педагога и является основой для будущей профессиональной подготовки [4, с. 2].

Полученные результаты также согласуются с современными исследованиями в области цифровой дидактики. Так, Афанасьева Г.А. и Карелина Е.В. отмечают, что применение информационных технологий «ведет к интенсификации процесса обучения», позволяя сочетать их «с методами творческой и поисковой деятельности» [4, с. 1], что и было реализовано в формате урока-исследования. Панкратенкова А.В. и Орлова А.А. подчеркивают, что ИКТ дают возможность «посвятить учебное

время на создание образной модели изучаемого материала» [13, с. 2], что в нашем случае выразилось в фокусе на визуализированных задачах. Наконец, рост познавательного интереса и мотивации, зафиксированный в эксперименте, напрямую коррелирует с выводами Банчужной Н.Н. о том, что «ИКТ технологии на уроке позволяют изменять цели и содержание обучения» и способствуют формированию мотивации [14, с. 2].

ВЫВОДЫ

Сравнительный анализ результатов контрольных работ по теме «Функции» убедительно доказывает эффективность методики, основанной на интеграции практических работ-исследований в Microsoft Excel в учебный процесс 8 класса.

Методика, реализующая принципы нестандартного урока-исследования [9] и эксплицированного преподавания [10], приводит к качественному улучшению предметных результатов обучения: статистически значимому повышению среднего балла и, что наиболее важно, существенному росту доли учащихся с качественными знаниями, а также к резкому снижению частоты ключевых типичных ошибок (Таблица 2).

Практикум, построенный на принципах интерактивности, наглядности [7] и решения визуализированных задач, позволяет реализовать личностно-ориентированный и деятельностный подходы, обеспечивая индивидуализацию, обратную связь и повышение мотивации [8, 10, 12, 14]. Он способствует формированию метапредметных компетенций и математической грамотности [11], в частности, ИКТ-компетентности [4] и умения строить и исследовать математические модели, что соответствует ключевым требованиям ФГОС.

Данный подход является практичным и объективным инструментом для учителей малокомплектных школ, позволяющим оценивать результативность педагогических инноваций через сравнение с собственным опытом прошлых лет на основе результатов итоговых контрольных срезов.

Результаты исследования служат основанием для рекомендации к внедрению цифрового практикума в Excel в рамках изучения темы «Функции» в 8 классе как эффективного средства оптимизации учебного процесса [12], повышения мотивации, наглядности, качества предметной подготовки, достижения метапредметных образовательных результатов и развития ИКТ-компетентности учащихся.

Информация о финансовой поддержке. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаджиева Б.Д. ИКТ на уроках математики как средство повышения качества знаний // Образование и наука в современных условиях. 2016. № 2-1 (7). С. 79-82.
2. Мамутова Г.Б. Инновационные методы обучения математики в общеобразовательных школах // Мировая наука. 2022. № 5 (62). С. 148-151
3. Олькова С.Н. Визуализированная задача как средство обучения учащихся алгебре // Ratio et Natura. 2021. № 2 (4).
4. Штефанова М.С. Современные педагогические технологии на уроках математики // Проблемы педагогики. 2023. № 3 (64). С. 30-32.
5. Кривопуск О.А. Способы достижения метапредметных результатов обучения в процессе обучения математики // Флагман науки. 2024. № 6 (17). С. 205-208.
6. Воистинова Г.Х., Чернова Е.А. Современные образовательные технологии на уроках математики // Modern Science. – 2021. № 6-2. С. 227-234.
7. Семенов А.А., Зверева Л.Г. Использование современных информационных технологий при изучении математики школьниками // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2022. – Vol. 2-2 (65). – С. 43-45.
8. Эльканова А.А., Башкаева О.П., Боташева Ф.Ю. Методы использования информационных технологий при преподавании математики // Проблемы современного педагогического образования. 2024. № 84-4. С. 346-348.
9. Стругацкая А.Н. Нестандартные уроки математики: понятие и виды // На пути к гражданскому обществу. 2025. № 1 (57). С. 76-78.
10. Пинская М., Дьяконова Т., Михайлова А., Нежевенко Е., Пехова Г., Полецкая А., Романовская А., Соина Н., Храновская Т., Чернявка А., Шмелев В. Педагогические стратегии активного учения: теория и практика // Образовательная политика. 2022. № 3 (91). С. 18-33.
11. Слегина И.В. Формирование функциональной грамотности посредством математики // Конструктивные педагогические заметки. – 2023. – № 11.2 (20). – С. 295-306.
12. Воистинова Г.Х., Забиров Ф.Г., Раянова Д.Р. Информационные системы в обучении математике // Modern Science. 2021. № 6-2. С. 234-236.
13. Панкратенкова А. В., Орлова А. А. Использование инфокоммуникационных технологий на уроках математики // Актуальные проблемы современного образования. 2019. № 1 (26). С. 113-118.

14. Банчужная Н. Н. Формирование мотивации учения математики средствами ИКТ технологий // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. 2020. № 1 (64). С. 5-8.
15. Афанасьева Г.А., Карелина Е.В. Использование ИКТ в педагогической деятельности учителя математики // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2017. – № 3 (27). – С. 155-158.
16. Лаврищева Н.В. Использование ИКТ на уроках математики как средство развития познавательного интереса учащихся // Наука и перспективы. 2015. № 3. С. 13-16.

REFERENCES

1. Gadzhieva B.D. ИКТ на уроках математики как средство повышения качества знаний // Образование и наука в современных условиях. 2016. № 2-1 (7). S. 79-82.
2. Mamutova G.B. Innovacionnye metody obucheniya matematiki v obshche-obrazovatel'nykh shkolakh // Mirovaya nauka. 2022. № 5 (62). S. 148-151
3. Ol'kova S.N. Vizualizirovannaya zadacha kak sredstvo obucheniya uchashchih'sya algebre // Ratio et Natura. 2021. № 2 (4).
4. Shtefanova M.S. Sovremennye pedagogicheskie tekhnologii na urokakh matematiki // Problemy pedagogiki. 2023. № 3 (64). S. 30-32.
5. Krivopusk O.A. Sposoby dostizheniya metapredmetnykh rezul'tatov obucheniya v processe obucheniya matematiki // Flagman nauki. 2024. № 6 (17). S. 205-208.
6. Voistinova G.H., Chernova E.A. Sovremennye obrazovatel'nye tekhnologii na urokakh matematiki // Modern Science. 2021. № 6-2. S. 227-234.
7. Semenov A.A., Zvereva L.G. Ispol'zovanie sovremennykh informacionnykh tekhnologij pri izuchenii matematiki shkol'nikami // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2022. – Vol. 2-2 (65). – S. 43-45.
8. El'kanova A.A., Bashkaeva O.P., Botasheva F.Yu. Metody ispol'zovaniya informacionnykh tekhnologij pri prepodavanii matematiki // Problemy sovremenno-go pedagogicheskogo obrazovaniya. 2024. № 84-4. S. 346-348.
9. Strugackaya A.N. Nestandartnye uroki matematiki: ponyatie i vidy // Na puti k grazhdanskomu obshchestvu. 2025. № 1 (57). S. 76-78.
10. Pinskaya M., D'yakonova T., Mihajlova A., Nezhevenko E., Pekhova G., Poleckaya A., Romanovskaya A., Soina N., Hranovskaya T., Chernyavka A., Shmelev V. Pedagogicheskie strategii aktivnogo ucheniya: teoriya i praktika // Obrazovatel'naya politika. 2022. № 3 (91). S. 18-33.
11. Slegina I.V. Formirovanie funkcional'noj gramotnosti posredstvom matematiki // Konstruktivnye pedagogicheskie zametki. – 2023. – № 11.2 (20). – S. 295-306.
12. Voistinova G.H., Zabirov F.G., Rayanova D.R. Informacionnye sistemy v obuchenii matematike // Modern Science. 2021. № 6-2. S. 234-236.

13. Pankratenkova A. V., Orlova A. A. Ispol'zovanie infokommunikacionnyh tekhnologij na urokah matematiki // Aktual'nye problemy sovremennogo obrazovaniya. 2019. № 1 (26). S. 113-118.

14. Banchuzhnaya N. N. Formirovanie motivacii ucheniya matematiki sredstvami IKT tekhnologij // Informacionno-kommunikacionnye tekhnologii v pedagogicheskom obrazovanii. 2020. № 1 (64). S. 5-8.

15. Afanas'eva G.A., Karelina E.V. Ispol'zovanie IKT v pedagogicheskoj deyatelnosti uchitelya matematiki // Professional'noe obrazovanie v Rossii i za rubezhom. – 2017. – № 3 (27). – S. 155-158.

16. Lavrishcheva N.V. Ispol'zovanie IKT na urokah matematiki kak sredstvo razvitiya poznavatel'nogo interesa uhashchihsya // Nauka i perspektivy. 2015. № 3. S. 13-16.