

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ (ПО ОБЛАСТЯМ И УРОВНЯМ ОБРАЗОВАНИЯ)/THEORY AND METHODS OF TEACHING AND UPBRINGING (BY AREAS AND LEVELS OF EDUCATION)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.45>

ДИДАКТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Научная статья

Кузьменкова Н.Ю.^{1,*}

¹ ORCID : 0009-0004-9733-1232;

¹ Московский финансово-промышленный университет Синергия, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (nkpgru[at]mail.ru)

Аннотация

В статье освещается актуальная проблема реализации научно обоснованного подхода к формированию математической грамотности школьников в контексте цифровизации современного российского образования. Целью исследования является разработка и апробация дидактической модели, представляющей интегрированный подход к актуализации потенциала цифровой образовательной среды для развития математических способностей учащихся и умений применять полученные в рамках образовательного процесса знания для решения практико-ориентированных контекстных задач. Методологическая основа исследования представлена сравнительным и ретроспективным анализом теоретической базы, педагогическим моделированием и эмпирическим исследованием — апробацией разработанной модели в рамках школьного обучения. Четырехкомпонентная дидактическая модель включает целевой, содержательный, процессуально-технологический и оценочно-результативный блоки. Апробация данной модели в условиях общеобразовательной школы показала повышение уровня сформированности математической грамотности у учащихся экспериментальной группы ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной, что является статистически значимым. Положительная динамика была отмечена в таких компонентах, как «моделирование» и «интерпретация результатов». В статье детально рассмотрены педагогические условия эффективной реализации эвристической модели, а именно, методически обоснованное использование контекстных задач с цифровым компонентом в обучении математике, пересмотр ролей участников образовательного процесса со смещением акцентов относительно позиции учителя. Материалы статьи представляют интерес для исследователей в области общей дидактики, методики обучения математике и дисциплинам естественного цикла, специалистам в области цифровой педагогики, а также для учителей математики, работающих в общеобразовательных учреждениях по обновленным ФГОС.

Ключевые слова: математическая грамотность, цифровая трансформация образования, дидактическая модель, функциональная грамотность, цифровые образовательные ресурсы, контекстные задачи.

DIDACTIC MODEL FOR DEVELOPING MATHEMATICAL LITERACY IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION IN EDUCATION

Research article

Kuzmenkova N.Y.^{1,*}

¹ ORCID : 0009-0004-9733-1232;

¹ Synergy University, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (nkpgru[at]mail.ru)

Abstract

The article highlights the pressing issue of implementing a scientifically grounded approach to developing mathematical literacy among schoolchildren in the context of the digitalisation of modern Russian education. The aim of the study is to develop and test a didactic model representing an integrated approach to actualising the potential of the digital educational environment for developing students' mathematical abilities and skills in applying the knowledge gained in the educational process to solve practice-oriented contextual problems. The methodological basis of the study is represented by a comparative and retrospective analysis of the theoretical framework, pedagogical modelling, and empirical research — testing of the developed model in the context of school education. The four-component didactic model includes target, content, process-technological, and assessment-result blocks. Testing of this model in a general education school showed a statistically significant increase in the level of mathematical literacy among students in the experimental group ($p < 0.05$) compared to the control group. Positive dynamics were noted in such components as "modelling" and "interpretation of results". The article examines in detail the pedagogical conditions for the effective implementation of the heuristic model, namely, the methodologically substantiated use of contextual tasks with a digital component in mathematics education, and a review of the roles of participants in the educational process with a shift in emphasis regarding the position of the teacher. The materials of the article are of interest to researchers in the field of general didactics, methods of teaching mathematics and natural sciences, specialists in the field of digital pedagogy, as well as mathematics teachers working in general education institutions according to the updated FSES.

Keywords: mathematical literacy, digital transformation of education, didactic model, functional literacy, digital educational resources, contextual tasks.

Введение

Современная система образования находится на этапе глубокой трансформации, обусловленной стремительной цифровизацией всех сфер жизнедеятельности человека [1] и глобальным запросом на формирование функциональной грамотности. Данные ключевые факторы определяют тенденции развития системы образования Российской Федерации и находят непосредственное отражение в обновленных Федеральных государственных образовательных стандартах, в рамках которых формирование «функциональной грамотности» входит в число приоритетных задач [2], причём, начиная с 2021 года, «математическая грамотность» получает статус одного из ведущих метапредметных результатов.

Актуальность проблемы определяется тем, что, как показывают исследования и непосредственно практика математики в школе, существует значительный разрыв между декларируемыми в стандартах требованиями и реальным педагогическим опытом. Современный ФГОС ориентирован на формирование компетентностей, в том числе способности обучающихся активно применять математические знания в реальных жизненных ситуациях, тем не менее в школьной практике доминируют абстрактные, практически внеконтекстные задачи. Цифровая трансформация образования предполагает разработку и эффективное применение многочисленных инновационных инструментов, но в процессе реального обучения математике в школе можно отметить лишь эпизодическое, далеко не системное и всестороннее их использование, что не позволяет в полной мере раскрыть образовательный потенциал цифровизации для развития критического мышления и компетенций XXI века у обучающихся.

Целью исследования является разработка, теоретическое обоснование и апробация дидактической модели формирования математической грамотности учащихся общеобразовательных школ, в рамках которой обеспечивается возможность эффективной интеграции ресурсов цифровой образовательной среды.

Для достижения поставленной цели был определен ряд задач, таких как:

- 1) провести анализ понятия «математическая грамотность» в рамках требований ФГОС и различных международных исследований;
- 2) выявить дидактический потенциал цифровой образовательной среды для формирования математической грамотности у обучающихся;
- 3) разработать структурно-функциональную дидактическую модель формирования математической грамотности;
- 4) определить и описать педагогические условия ее реализации;
- 5) апробировать разработанную модель в процессе эмпирического исследования, проверить её эффективность для формирования математической грамотности учащихся 7 классов общеобразовательной школы.

Научная новизна исследования заключается в комплексном подходе к интеграции цифровых ресурсов в образовательный процесс в качестве важного элемента дидактической системы, направленной на формирование прикладных математических компетенций в контексте реализации принципов обновленного ФГОС.

Практическая значимость состоит в актуальности представленных дидактических материалов, методических рекомендаций и критериев оценки математической грамотности, которые могут быть использованы в реальной практике работы в рамках обучения математике в 7 классе общеобразовательных школ.

Методы и принципы исследования

Экспериментальное обучение с внедрением разработанной модели проводилось в 2024–2025 учебном году. Объектом исследования выступил процесс формирования математической грамотности школьников в условиях цифровой трансформации образования. Предметом исследования — дидактическая модель формирования математической грамотности, включающая целевой, содержательный, процессуально-технологический и оценочно-результативный блоки, и педагогические условия ее эффективной реализации. Эмпирическую базу исследования составили учащиеся 7-х классов общеобразовательных школ (85 человек), которые методом случайной выборки были разделены на экспериментальную (ЭГ, $n=43$) и контрольную (КГ, $n=42$) группы. Исследование проводилось в естественных условиях учебного процесса. В качестве материалов и инструментов для реализации эксперимента использовались специально разработанные на базе школьной программы контекстные задачи, а также тесты на базе адаптированных заданий PISA [3]. Диагностический инструментарий применялся на констатирующем и контрольном этапах эксперимента для сбора эмпирических данных для последующей обработки и дидактического анализа.

Методы исследования представлены:

- *теоретическими методами*, а именно, сравнительным анализом психолого-педагогической и методической литературы, нормативных документов, материалов международного исследования PISA; педагогическим моделированием;
- *эмпирическими методами* — констатирующим и формирующим педагогическим экспериментом, тестированием, анкетированием учащихся и учителей, анализом продуктов учебной деятельности (конкретные решения задач, разработанные проекты и т.д.);
- *статистическими методами*: математико-статистическая обработка данных с использованием t -критерия Стьюдента для установления достоверности и статистической значимости различий по группам.

Исследование проводилось в соответствии со следующими этапами:

1. Констатирующий этап: проведение входного среза для определения начального (исходного) уровня математической грамотности в ЭГ и КГ. На данном этапе применялся диагностический комплекс из пяти контекстных задач различных типов.
2. Формирующий этап: в ЭГ в течение 6 месяцев реализовывалось обучение по разработанной дидактической модели, в то время как в КГ обучение велось по традиционной методике обучения.
3. Контрольный этап: проведение итогового среза с использованием критериев оценки материалов входного среза (констатирующий этап) с целью осуществления оценки динамики и эффективности разработанной дидактической модели.

Основные результаты

3.1. Разработка дидактической модели

В ходе исследования была разработана четырехкомпонентная дидактическая модель.

1. *Целевой блок* модели представляет цель экспериментального обучения как формирование способности формулировать, применять и интерпретировать математические знания для разрешения ситуаций в разноплановых контекстах [4] с применением цифровых инструментов, что напрямую коррелирует с требованиями ФГОС к метапредметным результатам образования.

2. *Содержательный блок* включает ряд контекстных задач с цифровой составляющей (построение динамических графиков в Desmos, анализ *datasets* (датасетов) в табличном процессоре, использование геоинформационных сервисов для расчета расстояния и т.д.).

Ключевыми принципами построения *Содержательного блока* являются:

1) принцип контекстуализации, который предполагает, что содержание учебных заданий должно отражать реальные жизненные, профессиональные и научные ситуации;

2) принцип цифровой интеграции, то есть цифровые инструменты и ресурсы представляют собой неотъемлемый элемент решения задач;

3) принцип процессуальной ориентации со смещением акцента на освоение алгоритма исследования и решения практической проблемы;

4) принцип многоуровневости с варьированием задач по уровню сложности, что предполагает реализацию дифференцированного подхода.

Типология контекстных задач, которые были использованы в ходе экспериментального обучения (30 задач), основана на контекстуальном разнообразии и включает задания нескольких типов:

Личный контекст: «Проанализируй данные о расходах на мобильную связь за полгода (в Excel). Построй график расходов. Определи, насколько выгоден ли тебе переход на новый тарифный план» (предоставлены материалы для сравнения).

Общественный контекст: «Используя официальную статистику Росстата (сайт), построй диаграммы, иллюстрирующие динамику цен на основные продукты питания за 2024 год. Сформулируй выводы».

Профессиональный контекст: «Рассчитай необходимое количество рулонов обоев (без подгонки рисунка) для ремонта комнаты неправильной формы. Используй онлайн-калькулятор и план комнаты в графическом редакторе».

Научный контекст: «Проанализируй данные о средней температуре планеты за 100 лет (CSV-файл). Изучи элементарные математические модели (материалы предоставлены). Разработай математическую модель для прогнозирования тренда».

Комплекс цифровых инструментов и ресурсов представлен набором технологических решений для визуализации, анализа, проведения вычислений и моделирования ситуаций. Для анализа данных используются табличные процессоры (Microsoft Excel, Google Sheets), платформы для работы с открытыми данными (Kaggle); для визуализации и моделирования — динамическая геометрия (GeoGebra), интерактивные графики (Desmos), онлайн-конструкторы для создания диаграмм; для осуществления вычислений — онлайн-калькуляторы; для организации учебной деятельности — платформы для совместной работы (Google Classroom, Miro).

3. *Процессуально-технологический блок* опирается на принцип ротации станций при смешанном обучении и включает следующую технологию работы с задачей:

«Погружение в контекст (видео/статья) →

Идентификация математической проблемы →

Выбор стратегии и цифрового инструмента для решения → Моделирование и вычисления →

Критическая интерпретация результата → Рефлексия».

4. *Оценочно-результативный блок* содержит критерии и уровни (низкий, средний, высокий) сформированности математической грамотности по компонентам: «формулирование ситуации», «применение понятий/фактов/инструментов», «моделирование», «интерпретация/оценка».

3.2. Результаты педагогического эксперимента

Сравнительный анализ результатов констатирующего и контрольного срезов показал положительную динамику в результате проведенного обучения математике в обеих группах, однако в ЭГ различия отмечены как статистически значимые.

Таблица 1 - Динамика сформированности уровня математической грамотности

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.163.45.1>

Группа	n	Констатирующий срез (M ± m)	Контрольный срез (M ± m)	p-value
ЭГ	43	2,81 ± 0,19	3,72 ± 0,16	p < 0,05
КГ	42	2,79 ± 0,21	3,05 ± 0,18	p > 0,05

Примечание: средний балл по 5-балльной шкале

Наиболее значительный рост в ЭГ наблюдался по компонентам «Моделирование» (с 2.5 до 3.8 баллов) и «Интерпретация результатов» (с 2.7 до 3.9 баллов). Кроме того, анкетирование учащихся ЭГ выявило повышение

мотивации к изучению математики и более позитивное отношение к использованию цифровых инструментов для решения контекстных задач.

Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности разработанной дидактической модели формирования математической грамотности у учащихся средних классов общеобразовательной школы. Отмеченный в результатах исследования статистически значимый рост в экспериментальной группе подтверждает, что методически обоснованное включение контекстных задач с активным использованием цифровых ресурсов, описанное как в отечественной [5], [6], [7], так и в зарубежной методике обучения математике [8], [9], позволяет преодолеть формализм в усвоении математических знаний и в полной мере реализовать потенциал новых ФГОС для развития функциональной грамотности обучающихся.

4.1. Сравнение с предыдущими исследованиями

Полученные в результате исследования данные согласуются с выводами А.Г. Асмолова о том, что функциональная грамотность формируется в ситуациях, требующих переноса знаний, умений и навыков и реализуется посредством универсальных учебных действий [10]. Разработанная модель также развивает идеи концепции «обогащающей модели» Д.Б. Эльконина — В.В. Давыдова, дополняя ее современным цифровым контентом [11]. Помимо этого, проведенное исследование, опираясь на работу Л.С. Илюшина и Т.А. Саблиной, предлагает внедрение не только набора цифровых инструментов, но и интеграцию целостной дидактической системы в рамках обучения по обновленным стандартам [12].

Подтвержденные экспериментом необходимые педагогические условия обучения математике с целью формирования математической грамотности в рамках цифровой трансформации образования включают следующее:

1. Контекстуализация и цифровизация содержания обучения, что предполагает максимальное приближение учебных задач к реальным жизненным (и профессиональным) сценариям и определяет место цифрового инструментария как неотъемлемой составляющей учебного процесса.

2. Изменение роли педагога на роль организатора, модератора и фасилитатора обучения, помогающего обучающимся выстраивать индивидуальные образовательные траектории, в том числе пути решения контекстных задач.

3. Акцент на рефлексивной деятельности предполагает систематическое осуществление рефлексии касательно образовательных стратегий и адекватности применения цифровых средств, что призвано способствовать более осознанному переносу компетенций в разноплановые ситуации реальной жизни.

Ограничения данного исследования связаны с относительно небольшой выборкой, а также с ограничениями по времени проведения формирующего эксперимента. В дальнейшем перспективной видится адаптация разработанной модели для различных возрастных групп (например, начальная школа, проф ориентированные классы), а также разработка и внедрение элементов искусственного интеллекта в процесс составления, отбора, персонализации и непосредственно решения контекстных задач с целью формирования математической грамотности у различных групп учащихся.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что поставленная цель — разработка и апробация дидактической модели с интегрированным потенциалом цифровой образовательной среды для развития математических способностей учащихся — достигнута. Представленная дидактическая модель формирования математической грамотности, ядром которой является единство контекстного содержания и цифровых технологий, в результате проведенного экспериментального обучения доказала свою эффективность. Было подтверждено, что реализация разработанной модели способствует статистически значимому росту уровня математической грамотности учащихся, а также развитию критического мышления, цифровых компетенций, учебной мотивации, что напрямую коррелирует с задачами, обозначенными в обновленных ФГОС.

Основные выводы исследования заключаются в следующем:

1. В современном понимании, «математическая грамотность» — это интегративное качество личности, которое формируется в контексте реализации учебной деятельности с обязательным использованием цифровых инструментов в соответствии с поставленной целью.

2. Разработанная четырехкомпонентная дидактическая модель представляет собой эффективный инструмент формирования математической грамотности с целью реализации требований обновленного ФГОС.

3. Успешность внедрения представленной модели обеспечивается комплексом обозначенных выше педагогических условий с акцентом на системность, контекстуализацию и рефлексивность учебного процесса.

Результаты проведенного исследования вносят вклад в теорию и практику обучения математике в современной школе и могут быть использованы для дальнейшего совершенствования образовательных программ и методик преподавания в условиях всеобъемлющей цифровой трансформации системы образования РФ.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Босова Л.Л. Цифровая трансформация образования: новые возможности и риски / Л.Л. Босова // Информатика и образование. — 2021. — № 4. — С. 3–10.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ФГОС ООО). Утвержден приказом Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 года № 287. — URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/Приказ-№-287-от-31.05.2021-ФГОС_ООО.pdf (дата обращения: 09.10.2025).
3. PISA 2022 Mathematics Framework / OECD. — Paris: OECD Publishing, 2019. — 98 p.
4. Дорофеев Г.В. Математическая грамотность: что это такое и как ее формировать? / Г.В. Дорофеев // Математика в школе. — 2022. — № 5. — С. 4–11.
5. Рыдзе О.А. Формирование математической грамотности: методический аспект / О.А. Рыдзе // Начальная школа. — 2023. — № 3. — С. 15–22.
6. Янишевская М.А. Оценка математической грамотности: подходы и инструменты / М.А. Янишевская // Оценка качества образования. — 2022. — № 2. — С. 28–37.
7. Мануйлов В.Г. Смешанное обучение математике: теория и практика / В.Г. Мануйлов. — Москва: Бином, 2022. — 183 с.
8. Robert M. Transforming Mathematics Education for the Digital Age: A Review / M. Robert, R. Sears // Journal of Educational Technology & Society. — 2023. — Vol. 26 (1). — P. 112–125.
9. Kapur M. Preparing Students for Learning in the Digital Era: The Role of Problem-Solving / M. Kapur // Computers & Education. — 2022. — Vol. 185. — P. 104–119.
10. Асмолов А.Г. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли / А.Г. Асмолов. — Москва: Просвещение, 2022. — 159 с.
11. Эльконин Д.Б. Избранные психологические труды / Д.Б. Эльконин. — Москва: Педагогика, 2019. — 560 с.
12. Илюшин Л.С. Цифровые технологии в формировании функциональной грамотности школьников / Л.С. Илюшин, Т.А. Саблина // Педагогика. — 2022. — № 8. — С. 35–44.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bosova L.L. Tsifrovaya transformatsiya obrazovaniya: novye vozmozhnosti i riski [Digital transformation of education: new opportunities and risks] / L.L. Bosova // Informatika i obrazovanie [Informatics and Education]. — 2021. — № 4. — P. 3–10. [in Russian]
2. Federalnii gosudarstvennii obrazovatel'nyi standart osnovnogo obshchego obrazovaniya (FGOS ООО) [Federal State Educational Standard for Basic General Education (FSEBGE)]. Approved by Order of the Ministry of Education of the Russian Federation No. 287 dated 31 May 2021. — URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/Prikaz-№-287-ot-31.05.2021-FGOS_ООО.pdf (accessed: 09.10.2025). [in Russian]
3. PISA 2022 Mathematics Framework / OECD. — Paris: OECD Publishing, 2019. — 98 p.
4. Dorofeev G.V. Matematicheskaya gramotnost: chto eto takoe i kak yee formirovat? [Mathematical literacy: what is it and how can it be developed?] / G.V. Dorofeev // Matematika v shkole [Mathematics at school]. — 2022. — № 5. — P. 4–11. [in Russian]
5. Ridze O.A. Formirovanie matematicheskoi gramotnosti: metodicheskii aspekt [Developing mathematical literacy: methodological aspects] / O.A. Ridze // Nachalnaya shkola [Primary School]. — 2023. — № 3. — P. 15–22. [in Russian]
6. Yanishevskaya M.A. Otsenivanie matematicheskoi gramotnosti: podkhodi i instrumenti [Evaluating mathematical literacy: approaches and tools] / M.A. Yanishevskaya // Otsenka kachestva obrazovaniya [Assessment of education quality]. — 2022. — № 2. — P. 28–37. [in Russian]
7. Manuilov V.G. Smeshannoe obuchenie matematike: teoriya i praktika [Mixed learning in mathematics: theory and practice] / V.G. Manuilov. — Moscow: Binom, 2022. — 183 p. [in Russian]
8. Robert M. Transforming Mathematics Education for the Digital Age: A Review / M. Robert, R. Sears // Journal of Educational Technology & Society. — 2023. — Vol. 26 (1). — P. 112–125.
9. Kapur M. Preparing Students for Learning in the Digital Era: The Role of Problem-Solving / M. Kapur // Computers & Education. — 2022. — Vol. 185. — P. 104–119.
10. Asmolv A.G. Formirovanie universal'nykh uchebnykh deistvii v osnovnoi shkole: ot deistviya k misli [Formation of universal learning activities in primary school: from action to thought] / A.G. Asmolv. — Moscow: Prosveshchenie, 2022. — 159 p. [in Russian]
11. Elkonin D.B. Izbrannie psikhologicheskie trudi [Selected Psychological Works] / D.B. Elkonin. — Moscow: Pedagogika, 2019. — 560 p. [in Russian]
12. Ilyushin L.S. Tsifrovie tekhnologii v formirovanii funktsionalnoi gramotnosti shkolnikov [Digital technologies in the development of functional literacy among schoolchildren] / L.S. Ilyushin, T.A. Sablina // Pedagogika [Pedagogy]. — 2022. — № 8. — P. 35–44. [in Russian]