

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.2026.170.23> EDN: WSHONJ

РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ УЧИТЕЛЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Научная статья

Подлипский О.К.^{1,*}, Щербатых С.В.²¹ ORCID : 0009-0002-1639-3040;² ORCID : 0000-0002-4870-8257;¹ Московский физико-технический институт, Москва, Российская Федерация² Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Елец, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ok[at]phystech.edu)

Предложена: 02.06.2026; Принята: 25.06.2026; Опубликовано: 17.08.2026

Аннотация

В контексте глобальных вызовов и задач национального проекта «Образование» формирование математической грамотности школьников становится ключевым приоритетом. Целью статьи является анализ проблемы подготовки и профессионального развития учителя как центрального агента этого процесса, разработка содержания подготовки учителя к формированию математической грамотности обучающихся. В работе представлен обзор современных отечественных и зарубежных исследований, посвященных анализу интерпретаций концепта «функциональная грамотность», подготовки студентов педагогических вузов к формированию функциональной грамотности обучающихся и компетенций педагога, необходимых для формирования математической грамотности. Рассмотрены основные дефициты в существующей системе подготовки и предложены возможные векторы модернизации педагогического образования и системы повышения квалификации. В ходе исследования использованы методы: анализ психолого-педагогической и методической литературы, изучение нормативных документов, синтез, обобщение и систематизация данных для выявления теоретических основ исследования, наблюдение за педагогическим процессом и обобщение передового педагогического опыта. Результатом исследования является разработка структуры содержания профессиональной подготовки учителя к формированию математической грамотности, представленная модулями, каждый из которых ориентирован на определенную компетенцию: предметно-математическую, методическую, технологическую и рефлексивную. Такая структура предоставляет педагогу не только инструментарий для работы с контекстными задачами и цифровыми средами, но и современные стратегии обучения и оценивания, углубляет понимание математики как языка описания мира. Предложенный подход задает ориентиры для обновления содержания методической подготовки будущих учителей и позволяет оказывать адресную помощь в устранении профессиональных дефицитов действующих педагогов.

Ключевые слова: математическая грамотность, профессиональная компетентность, профессиональное развитие, TRACK-модель, методика обучения математике.

DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF A TEACHER IN THE FORMATION OF STUDENTS' MATHEMATICAL LITERACY

Research article

Podlipsky O.K.^{1,*}, Shcherbatykh S.V.²¹ ORCID : 0009-0002-1639-3040;² ORCID : 0000-0002-4870-8257;¹ Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russian Federation² Bunin Yelets State University, Yelets, Russian Federation

* Corresponding author (ok[at]phystech.edu)

Suggested: 02.06.2026; Accepted: 25.06.2026; Published: 17.08.2026

Abstract

In the context of global challenges and the objectives of the national project "Education", developing schoolchildren's mathematical literacy is becoming a key priority. The aim of this article is to analyze the problem of teacher training and professional development as a central agent in this process, and to develop teacher training content for developing students' mathematical literacy. This paper presents a review of current domestic and international research devoted to analyzing interpretations of the concept of "functional literacy", preparing students at pedagogical universities to develop students' functional literacy, and developing the teacher competencies necessary for developing mathematical literacy. The main deficiencies in the existing training system are examined and possible pathways for modernizing teacher education and professional development are proposed. The following methods were used in the study: analysis of psychological, pedagogical, and methodological literature, study of regulatory documents, synthesis, generalization, and systematization of data to identify the theoretical foundations of the study, observation of the teaching process, and a generalization of best teaching practices.

The study resulted in the development of a structure for professional teacher training in mathematical literacy, presented in modules, each focused on a specific competency: subject-matter (mathematical), methodological, technological, and reflective. This structure provides teachers not only with tools for working with contextual problems and digital environments but also with modern teaching and assessment strategies, deepening their understanding of mathematics as a language for describing the world. The proposed approach sets benchmarks for updating the content of methodological training for future teachers and enables targeted assistance in addressing the professional deficiencies of current teachers.

Keywords: mathematical literacy, professional competence, professional development, TPACK model, mathematics teaching methods.

Введение

Понятие «математическая грамотность», популяризованное в рамках международного исследования PISA, вышло за рамки простого владения вычислительными навыками и знаниями формул [1]. Сегодня под математической грамотностью понимается способность человека формулировать, применять и интерпретировать математику в разнообразных контекстах: от личных и профессиональных до научных и социальных [2]. В России эта задача закреплена в федеральных государственных образовательных стандартах и является одной из целей национального проекта «Образование» [3]. Формирование функциональной грамотности напрямую связано с достижением высокого уровня качества общего образования [4].

Однако успешность её реализации напрямую зависит от готовности педагогов к данной работе. Таким образом, актуальность темы обусловлена наличием существенного разрыва между традиционными подходами к преподаванию математики и требованиями к формированию компетенции нового типа.

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования (далее — ФГОС ООО), «формирование функциональной грамотности обучающихся, включающей овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу дальнейшего успешного образования и ориентации в мире профессий» — одно из условий реализации образовательной программы основного общего образования [5]. Для учителя это означает переход от роли транслятора знаний к роли фасилитатора, организатора исследовательской деятельности и навигатора в мире практико-ориентированных задач. Для реализации новой роли учителю необходимо овладеть компетенциями, связанными с подбором и созданием контекстных задач, интеграцией математики с другими предметами, формированием у учащихся навыков моделирования реальных процессов, развитием критического мышления и коммуникации на математическом языке.

Выделим наиболее значимые для нашей работы исследования, посвященные подготовке учителя к формированию математической грамотности.

Среди зарубежных исследований отметим аналитический обзор норвежских ученых Ф. О. Хаара, О. Х. Болстад и Э. С. Йенсен (2017), которые проанализировали эмпирические исследования в области математической грамотности школьников [6].

В ходе проведенного исследования была выявлена неэффективность изолированного подхода: попытки работать над формированием математической грамотности исключительно на уроках математики и в рамках стандартных учебных программ чаще всего не приносят успеха. Это указывает на ограниченность традиционных способов преподавания для достижения данной цели. Второй важный вывод заключался в необходимости использования нетрадиционных методов: формирование математической грамотности требует выхода за рамки привычных методов преподавания математики. Исследование указывает на потенциал междисциплинарных проектов, обучения, основанного на решении реальных задач, и других инновационных форм.

В статье российских ученых А. А. Ковцун, А. Н. Кохишко дан анализ интерпретаций концепта «функциональная грамотность» в отечественных и зарубежных теориях образования и выделены ключевые характеристики в русле различных подходов: культурно-исторического, утилитарно-прагматического, компетентностного и др. [7].

В работе Е. Л. Ерохиной рассматривается проблема подготовки студентов педагогических вузов к формированию функциональной грамотности обучающихся [8]. Автором описываются разнообразные формы, в рамках которых включается подготовка к формированию функциональной грамотности: компетентностная модель образовательных программ, модульное проектирование программ (с включением практики), разнообразные эффективные формы организации самостоятельной (аудиторной и внеаудиторной) работы студентов, практическая подготовка, практикоориентированные фонды оценочных средств и материалы для итоговой аттестации.

Значительная часть работ посвящена методическим аспектам формирования функциональной грамотности: читательской, естественнонаучной, математической, финансовой, креативного мышления и др. [9].

Целью исследования Е. Н. Перевощиковой и А. В. Бычкова [10] стала разработка процессуального компонента методической подготовки будущих учителей математики для формирования математической грамотности у школьников.

Авторы указывают, что, несмотря на общее внимание к теме, остается малоизученным практический вопрос: как формировать у школьников конкретные действия по математическому моделированию (построению модели ситуации и интерпретации результатов). Этот пробел, по мнению авторов, отражается и на подготовке учителей.

Исследование предлагает организовать подготовку учителей в пять взаимосвязанных этапов:

1. Мотивационный и ценностный этап.
2. Формирование знаний о действиях, необходимых для математического моделирования.
3. Формирование умений применять эти действия.
4. Применение методических знаний в педагогической практике.
5. Этап рефлексии (неявно присутствует в описании процесса).

В статье Л. О. Рословой и И. И. Карамовой «О готовности учителей к формированию функциональной математической грамотности школьников» [11] приведены результаты анализа представлений, установок и убеждений учителей математики относительно формирования функциональной математической грамотности учащихся общеобразовательных организаций, а также разработана структура понятия готовности, которая включает пять компонентов: познавательный, мотивационный, эмоциональный, операциональный и оценочный.

В работе Н. Д. Юсуповой и Г. Н. Скударёвой «Непрерывное образование учителя математики и качество по PISA: от профессиональной компетентности к математической грамотности школьников» [12] обосновано непрерывное образование учителей математики как условие формирования математической грамотности школьников, рассматривается и характеризуется новый тип контекстных математических задач — профессиональные контекстные задачи как специальное средство формирования математической грамотности будущего учителя математики.

Цель настоящего исследования: анализ проблемы подготовки и профессионального развития учителя как центрального агента этого процесса, разработка содержания подготовки учителя к формированию математической грамотности обучающихся.

Исследование осуществлялось на базе курсов повышения квалификации в Московском физико-техническом институте (национальном исследовательском университете), на региональных семинарах в очном и дистанционном режиме.

Методы исследования включали анализ литературных источников; анкетирование; теоретическое моделирование; педагогический эксперимент; методы математической статистики.

Результаты исследования и их обсуждение

Современным трендом развития профессиональной компетенции педагогов является рассмотрение подготовки учителя через призму интеграции технологических, педагогических и предметных знаний (TPACK-модель — Technological Pedagogical Content Knowledge). Она появилась в 2006 году благодаря работе исследователей П. Мишра и М. Кёлера из Мичиганского университета [13].

Основная идея модели – обучение эффективно только тогда, когда учитель гармонично объединяет три базовые области знаний:

- знание предмета: глубокое владение преподаваемой дисциплиной — концепции, теории, факты;
- педагогическое знание: знание методов, стратегий обучения, управления классом и оценки обучающихся;
- умение работать с различными технологиями (от программного обеспечения до интерактивных досок) и адаптироваться к новым.

Применительно к математической грамотности М. Niess [14] и Aldemir Engin R., Karakuş D., Niess M. L. [15] выделяют четыре компонента, включив дополнительно рефлексивный компонент:

- предметно-математическую компетенцию: глубокое понимание фундаментальных идей математики, её связей с реальным миром;
- методическую компетенцию: владение стратегиями обучения, направленными на решение прикладных задач, организацию математического дискурса в классе, формирование оценочной самостоятельности;
- технологическую компетенцию: умение использовать цифровые инструменты для визуализации, моделирования и исследования;
- рефлексивную компетенцию: способность анализировать собственную практику и адаптировать её под новые цели.

Рассмотрим описанную модель применительно к подготовке учителя к формированию математической грамотности обучающихся.

Описанный выше набор компетенций может стать основой содержания подготовки учителя к формированию математической грамотности обучающихся. Представим его в виде модульной структуры.

Модуль 1. Предметно-математическая компетенция: «Математика как язык описания мира: от фундаментальных идей к реальным контекстам».

Блок 1.1. Фундаментальные идеи, лежащие в основе школьного курса.

Аксиоматика, моделирование, доказательство и обоснование, алгоритм, симметрия, инвариантность, изменение и зависимость, вероятность и статистическая закономерность; реализация фундаментальных идей в разных разделах курса (алгебра, геометрия, анализ, теория вероятностей).

Блок 1.2. Внутрпредметные и межпредметные связи.

Анализ школьной программы на предмет «мостиков» между темами (например, как геометрия треугольника связана с тригонометрией и векторами); математика в естественных науках: построение и анализ физических моделей, химические расчеты, биологические закономерности (рост популяций); математика в социально-экономических контекстах: финансовая грамотность (проценты, кредиты, инвестиции), анализ данных в социологии, основы оптимизации в логистике.

Блок 1.3. Контексты для формирования математической грамотности.

Анализ и классификация контекстов из международных исследований (PISA): личные, общественные, профессиональные, научные. Разработка и адаптация задач, встроенных в жизненную ситуацию (планирование путешествия, анализ графиков в СМИ, оценка выгоды тарифа, чтение инструкции к лекарству).

Формы работы: лекции-дискуссии с приглашенными учеными (математиками, физиками, экономистами), практикумы по решению и составлению контекстных задач, анализ кейсов.

Итоговая работа модуля: создание тематической подборки задач (5–7 задач) по одной из фундаментальных идей (например, «Зависимость и изменение»), раскрывающих её в разных контекстах (личном, профессиональном, научном).

Модуль 2. Методическая компетенция: «Стратегии обучения и оценивания».

Блок 2.1. Обучение через исследование и решение прикладных задач.

Методика организации учебного исследования: от постановки вопроса к выдвижению гипотез, моделированию и проверке. Структура и типология прикладных (контекстных) задач. Стратегии помощи ученику в «математизации» ситуации (перевод реальной проблемы на язык математики).

Блок 2.2. Организация продуктивного математического дискурса в классе.

Техники постановки вопросов (открытых, на уточнение, на обоснование). Формы организации обсуждения: математические дебаты, «верные/неверные утверждения», разбор ошибок как ресурс для обучения. Работа с разными стратегиями решения: как организовать представление и сравнение альтернативных подходов.

Блок 2.3. Формирование оценочной самостоятельности.

Критериальное оценивание: разработка четких и понятных ученикам критериев для задач на математическую грамотность. Инструменты формирующего оценивания: самооценочные листы, рубрики (матрицы), прием «Лесенка успеха», организация взаимооценки. Техники эффективной обратной связи: как комментировать работы, чтобы стимулировать развитие, а не констатировать ошибку.

Формы работы: тренинги, мастер-классы, видеоанализ уроков (с акцентом на взаимодействие учитель – ученик, ученик – ученик), разработка и микропробация фрагментов уроков.

Итоговая работа модуля: разработка технологической карты (сценария) урока-исследования по заданной теме с прописанными приемами организации дискурса и инструментами формирующего оценивания.

Модуль 3. Технологическая компетенция: «Цифровая дидактика: инструменты для визуализации, исследования и творчества».

Блок 3.1. Динамическая геометрия и визуализация.

Создание интерактивных чертежей для исследования геометрических теорем и свойств функций. Использование ползунков для моделирования изменения параметров. Построение графиков по реальным данным.

Блок 3.2. Моделирование и анализ данных.

Основы работы с табличными процессорами (Excel, Google Таблицы) для решения задач на вероятность, статистику, оптимизацию (поиск решений). Использование простых онлайн-сред для стохастического моделирования.

Блок 3.3. Интерактивные задания и организация учебного процесса.

Создание заданий с автоматической проверкой и обратной связью. Цифровые инструменты для совместной работы: интерактивные доски, облачные документы для коллективного решения задач. Принципы смешанного обучения: как организовать предварительную работу с теорией или закрепление с помощью цифровых ресурсов.

Формы работы: практикумы в компьютерном классе, проектная работа в малых группах, знакомство с лучшими цифровыми практиками коллег.

Итоговая работа модуля: создание цифрового учебного материала (например, интерактивного листа в системах динамической математики или комплекта заданий на платформе) для поддержки одной из тем курса, направленной на развитие математической грамотности.

Модуль 4. Рефлексивная компетенция: «Профессиональный взгляд на практику: от анализа к действию».

Блок 4.1. Инструменты анализа педагогической деятельности.

Карты наблюдения урока с фокусом на математическую грамотность (активность учеников, качество заданий, использование контекстов). Ведение профессионального дневника (журнала рефлексии). Анализ видеозаписей собственных уроков и уроков коллег по заданным протоколам.

Блок 4.2. Проектирование изменений и постановка профессиональных целей (SMART-цели).

Алгоритм анализа проблемы в практике: выявление причин, поиск ресурсов, планирование конкретных шагов. Технология педагогического эксперимента: как корректно внедрить и оценить новый метод.

Блок 4.3. Развитие профессионального педагогического сообщества.

Навыки конструктивной коллегиальной обратной связи. Техники проведения профессиональных дискуссий, исследование урока в группе.

Формы работы: коучинговые сессии, супервизия (разбор реальных случаев из практики участников), работа в профессиональных триадах / группах.

Итоговая работа модуля (итоговая для всего курса): разработка и защита индивидуального или группового проекта — «дорожной карты» профессионального развития. Проект включает: анализ текущей ситуации (по данным рефлексии), конкретную цель по формированию математической грамотности, план действий по интеграции элементов из всех модулей (новые задачи, методики, инструменты) с последующей апробацией и критериями оценки успеха.

Итоговая аттестация по программе: защита итогового проекта (Модуль 4), демонстрирующего синтез всех четырех компетенций в конкретном педагогическом замысле.

Заключение

Проведенное исследование подтверждает, что подготовка учителя к формированию математической грамотности обучающихся является одной из наиболее актуальных и сложных задач современного педагогического образования. Выполненный анализ психолого-педагогической литературы и образовательной практики позволил выявить ключевое противоречие: между социальным заказом на развитие у школьников способности применять математику в реальных жизненных ситуациях и сохраняющейся ориентацией традиционной системы подготовки педагогов на трансляцию преимущественно предметных знаний. Разрешение данного противоречия требует пересмотра содержания, методов и технологий профессионального развития учителя.



Основным результатом работы стала разработка и теоретическое обоснование структуры содержания подготовки учителя, базирующейся на интеграции четырех ключевых компетенций: предметно-математической, методической, технологической и рефлексивной. Предложенная модульная программа, в отличие от существующих фрагментарных подходов, представляет собой целостную систему. Она не только обеспечивает педагога инструментарием для работы с контекстными задачами и цифровыми средами (технологическая компетенция) и современными стратегиями обучения и оценивания (методическая компетенция), но и, что принципиально важно, углубляет его понимание математики как языка описания мира (предметно-математическая компетенция) и развивает способность к критическому анализу и проектированию собственной педагогической деятельности (рефлексивная компетенция). Синтез этих компонентов, апробированный в рамках курсов повышения квалификации, обеспечивает формирование у педагога особого вида профессионального мастерства, позволяющего не просто учить «математике ради математики», а раскрывать перед учениками её прикладной потенциал, формируя у них целостную картину мира и готовность решать реальные жизненные задачи.

Практическая значимость исследования заключается в создании инструментария (модульной структуры и содержания программ), который может быть непосредственно использован в системе высшего педагогического образования и дополнительного профессионального образования для проектирования учебных курсов и программ повышения квалификации. Представленные модули задают четкие ориентиры для обновления содержания методической подготовки будущих учителей и позволяют адресно работать над устранением профессиональных дефицитов действующих педагогов.

Вместе с тем, выполненная работа открывает перспективы для дальнейших исследований. К числу наиболее значимых направлений авторы относят: разработку и валидацию диагностического инструментария для объективной оценки уровня сформированности каждой из выделенных компетенций у педагогов; изучение долгосрочного влияния предложенной модели подготовки на образовательные результаты школьников, в частности на динамику роста их математической грамотности; исследование возможностей адаптации модульной структуры для подготовки учителей к формированию других видов функциональной грамотности (естественнонаучной, читательской, финансовой), что позволит выйти на уровень межпредметной интеграции в системе непрерывного педагогического образования.

Конфликт интересов

Не указан.

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.

Conflict of Interest

None declared.

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. PISA (Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся) // ФИКО: официальный сайт. — URL: <https://fisco.ru/pisa> (дата обращения: 30.04.2026).
2. Расташанская Т.В. Развитие математической грамотности на основе предметного и межпредметного содержания: методическое пособие для учителя / Т.В. Расташанская, Т.Ф. Сергеева, М.В. Шабанова [и др.]. — Москва: Академия Минпросвещения России, 2021. — 49 с. — URL: <https://pkiro.ru/wp-content/uploads/2022/03/matematicheskaya-gramotnost.pdf> (дата обращения: 30.04.2026).
3. Национальный проект «Образование» // Минпросвещения России: официальный сайт. — URL: <https://edu.gov.ru/national-project/about/> (дата обращения: 30.04.2026).
4. Российская Федерация. Указы. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года: Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 : утв. Президентом РФ 07.05.2024 // Гарант.ру: информационно-правовой портал. — URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634/> (дата обращения: 30.04.2026).
5. Российская Федерация. Министерство образования и науки. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования : приказ Минобрнауки России от 17.12.2010 № 1897: послед. ред // Электронный фонд правовых и технических инструментов: официальный сайт. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/607175848> (дата обращения: 30.04.2026).
6. Haara F.O. Research on mathematical literacy in schools — Aim, approach and attention / F.O. Haara, O. H. Bolstad, E. S. Jenssen // European Journal of Science and Mathematics Education. — 2017. — Vol. 5 (3). — P. 285–313. — DOI: 10.30935/scimath/9512.
7. Ковцун А.А. Научные подходы к понятию «функциональная грамотность» в педагогической теории и практике / А.А. Ковцун, А.Н. Кохичко // Наука и школа. — 2022. — № 6. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchnye-podhody-k-ponyatiyu-funktsionalnaya-gramotnost-v-pedagogicheskoy-teorii-i-praktike> (дата обращения: 30.04.2026). — DOI: 10.31862/1819-463X-2022-6-99-109.
8. Ерохина Е.Л. Подготовка будущего учителя к формированию функциональной грамотности школьников / Е.Л. Ерохина // Школа будущего. — 2022. — № 1. — URL: https://schoolfut.ru/article/2022-1_298/ (дата обращения: 30.04.2026). — DOI: 10.55090/19964552_2022_1_298-303.



9. Формирование функциональной грамотности обучающихся : методическое пособие по укрупненной группе специальностей и направлений 440000 Образование и педагогические науки / Сост. Л.Н. Храмова, О.Б. Лобанова, А.В. Фирер [и др.]. — Красноярск: Литера-принт, 2021. — 127 с.

10. Перевощикова Е.Н. Освоение будущими учителями математики приемов формирования функциональной математической грамотности учащихся основной школы / Е.Н. Перевощикова, А.В. Бычков // Вестник Вятского государственного университета. — 2022. — № 4 (146). — URL: [https://vestnik43.ru/assets/mgr/docs/vyatsu/146\(4\)2022/13.-perevoschikova-bychkov.pdf](https://vestnik43.ru/assets/mgr/docs/vyatsu/146(4)2022/13.-perevoschikova-bychkov.pdf) (дата обращения: 30.04.2026). — DOI: 10.25730/VSU.7606.22.062.

11. Рослова Л.О. О готовности учителей к формированию функциональной математической грамотности школьников / Л.О. Рослова, И.И. Карамова // Профильная школа. — 2020. — Т. 8. — № 4. — URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/39041/view> (дата обращения: 30.04.2026). — DOI: 10.12737/1998-0744-2020-14-26.

12. Юсупова Н.Д. Непрерывное образование учителя математики и качество по PISA: от профессиональной компетентности к математической грамотности школьников / Н.Д. Юсупова, Г.Н. Скударёва // Образование и саморазвитие. — 2020. — Т. 15. — Вып. 2. — URL: <https://eandsdjournal.kpfu.ru/ru/journal-article/непрерывное-образование-учителя-мат/> (дата обращения: 30.04.2026). — DOI: 10.26907/esd15.3.17.

13. Koehler M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge / M.J. Koehler, P. Mishra // Teachers College Record. — 2006. — Vol. 108 (6). — P. 1017–1054. — URL: https://onezoneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf (accessed: 30.04.2026).

14. Niess M.L. Knowledge Needed for Teaching With Technologies — Call it TPACK / M.L. Niess // AMTE Connections. — 2008. — Vol. 17 (2). — P. 9–10. — URL: https://amte.net/sites/default/files/amte_sp03.28.08.pdf (accessed: 30.04.2026).

15. Aldemir E.R. TPACK development model for pre-service mathematics teachers / E.R. Aldemir, D. Karakuş, M.L. Niess // Educ Inf Technol. — 2022. — Vol. 28. — P. 4769–4794. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-022-11381-1> (accessed: 30.04.2026). — DOI: 10.1007/s10639-022-11381-1.

Список литературы на английском языке / References in English

1. PISA (Mezhdunarodnaya programma po otsenke obrazovatelnykh dostizhenii uchashchikhsya) [(Programme for International Student Assessment)] // FICO: official website. — URL: <https://fioco.ru/pisa> (accessed: 30.04.2026). [in Russian]

2. Rastashanskaya T.V. Razvitiye matematicheskoi gramotnosti na osnove predmetnogo i mezhpredmetnogo soderzhaniya: metodicheskoe posobie dlya uchitelya [Developing Mathematical Literacy through Subject-Specific and Cross-Curricular Content: A Methodological Guide for Teachers] / T.V. Rastashanskaya, T.F. Sergeeva, M.V. Shabanova [et al.]. — Moscow: Academy of the Russian Ministry of Education, 2021. — 49 p. — URL: <https://pkiro.ru/wp-content/uploads/2022/03/matematiceskaya-gramotnost.pdf> (accessed: 30.04.2026). [in Russian]

3. Natsionalnii proekt «Obrazovanie» [The ‘Education’ National Project] // Russian Ministry of Education: official website. — URL: <https://edu.gov.ru/national-project/about/> (accessed: 30.04.2026). [in Russian]

4. Rossiiskaya Federatsiya. Ukazi. O natsionalnykh tselyakh razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda i na perspektivu do 2036 goda: Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 07.05.2024 № 309 [Russian Federation. Decrees. On the National Development Goals of the Russian Federation for the period up to 2030 and looking ahead to 2036: Decree of the President of the Russian Federation No. 309 of 7 May 2024] : approved by the President of the Russian Federation on 7 May 2024 // Garant.ru: legal information portal. — URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634/> (accessed: 30.04.2026). [in Russian]

5. Rossiiskaya Federatsiya. Ministerstvo obrazovaniya i nauki. Federalnii gosudarstvennii obrazovatelnyi standart osnovnogo obshchego obrazovaniya [Russian Federation. Ministry of Education and Science. Federal State Educational Standard for Basic General Education] : Order of the Ministry of Education and Science of Russia No. 1897 of 17 December 2010: latest edition // Electronic Collection of Legal and Technical Instruments: official website. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/607175848> (accessed: 30.04.2026). [in Russian]

6. Haara F.O. Research on mathematical literacy in schools — Aim, approach and attention / F.O. Haara, O. H. Bolstad, E. S. Jenssen // European Journal of Science and Mathematics Education. — 2017. — Vol. 5 (3). — P. 285–313. — DOI: 10.30935/scimath/9512.

7. Kovtsun A.A. Nauchnie podkhodi k ponyatiyu «funktionalnaya gramotnost» v pedagogicheskoi teorii i praktike [Scientific Approaches to the Concept of ‘Functional Literacy’ in Educational Theory and Practice] / A.A. Kovtsun, A.N. Kokhichko // Nauka i shkola [Science and School]. — 2022. — № 6. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchnye-podhody-k-ponyatiyu-funktionalnaya-gramotnost-v-pedagogicheskoy-teorii-i-praktike> (accessed: 30.04.2026). — DOI: 10.31862/1819-463X-2022-6-99-109. [in Russian]

8. Yerokhina Ye.L. Podgotovka budushchego uchitelya k formirovaniyu funktsionalnoi gramotnosti shkolnikov [Preparing Future Teachers to Develop Functional Literacy in Schoolchildren] / Ye.L. Yerokhina // Shkola budushchego [The School of the Future]. — 2022. — № 1. — URL: https://schoolfut.ru/article/2022-1_298/ (accessed: 30.04.2026). — DOI: 10.55090/19964552_2022_1_298-303. [in Russian]

9. Formirovanie funktsionalnoi gramotnosti obuchayushchikhsya : metodicheskoe posobie po ukрупnennoi gruppe spetsialnostei i napravlenii 440000 Obrazovanie i pedagogicheskie nauki [Developing Students’ Functional Literacy: A Methodological Guide for the Broad Group of Specialisms and Fields 440000 – Education and Pedagogical Sciences] / Comp. L.N. Khramova, O.B. Lobanova, A.V. Firer [et al.]. — Krasnoyarsk: Litera-print, 2021. — 127 p. [in Russian]

10. Perevoshchikova Ye.N. Osvoenie budushchimi uchitelyami matematiki priemov formirovaniya funktsionalnoi matematicheskoi gramotnosti uchashchikhsya osnovnoi shkoli [The Acquisition by Trainee Mathematics Teachers of Methods



for Developing Functional Mathematical Literacy in Lower Secondary School Pupils] / Ye.N. Perevoshchikova, A.V. Bichkov // Vestnik Vyatskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Vyatka State University]. — 2022. — № 4 (146). — URL: [https://vestnik43.ru/assets/mgr/docs/vyatsu/146\(4\)2022/13.-perevoschikova-bychkov.pdf](https://vestnik43.ru/assets/mgr/docs/vyatsu/146(4)2022/13.-perevoschikova-bychkov.pdf) (accessed: 30.04.2026). — DOI: 10.25730/VSU.7606.22.062. [in Russian]

11. Roslova L.O. O gotovnosti uchitelei k formirovaniyu funktsionalnoi matematicheskoi gramotnosti shkolnikov [On Teachers' Readiness to Develop Functional Mathematical Literacy in Schoolchildren] / L.O. Roslova, I.I. Karamova // Profilnaya shkola [Specialised School]. — 2020. — Vol. 8. — № 4. — URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/39041/view> (accessed: 30.04.2026). — DOI: 10.12737/1998-0744-2020-14-26. [in Russian]

12. Yusupova N.D. Neprerivnoe obrazovanie uchitelya matematiki i kachestvo po PISA: ot professionalnoi kompetentnosti k matematicheskoi gramotnosti shkolnikov [Continuing Professional Development for Mathematics Teachers and PISA Performance: From Professional Competence to Pupils' Mathematical Literacy] / N.D. Yusupova, G.N. Skudaryova // Obrazovanie i samorazvitie [Education and Self-Development]. — 2020. — Vol. 15. — Iss. 2. — URL: <https://eandsjournal.kpfu.ru/ru/journal-article/neprerivnoe-obrazovanie-uchitelya-mat/> (accessed: 30.04.2026). — DOI: 10.26907/esd15.3.17. [in Russian]

13. Koehler M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge / M.J. Koehler, P. Mishra // Teachers College Record. — 2006. — Vol. 108 (6). — P. 1017–1054. — URL: https://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf (accessed: 30.04.2026).

14. Niess M.L. Knowledge Needed for Teaching With Technologies — Call it TPACK / M.L. Niess // AMTE Connections. — 2008. — Vol. 17 (2). — P. 9–10. — URL: https://amte.net/sites/default/files/amte_sp03.28.08.pdf (accessed: 30.04.2026).

15. Aldemir E.R. TPACK development model for pre-service mathematics teachers / E.R. Aldemir, D. Karakuş, M.L. Niess // Educ Inf Technol. — 2022. — Vol. 28. — P. 4769–4794. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-022-11381-1> (accessed: 30.04.2026). — DOI: 10.1007/s10639-022-11381-1.