DOI: 10.24888/2500-1957-2022-3-25-39

УДК 372.3; 372.4

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА МАТЕМАТИКИ НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЫ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Семенов Алексей Львович
д. ф.-м. н., профессор, академик РАН и РАО
alsemno@ya.ru
г. Москва
НИУ Высшая школа экономики
Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена

Муранов Алексей Анатольевич
к. п. н.,
muranov2000@gmail.com
г. Москва
АНО «Центр развития результативного образования»

Поликарпов Сергей Алексеевич
к. ф.-м. н., доцент
polik@mi-ras.ru,
г. Москва
Математический институт им. В. А. Стеклова РАН

Бахтина Елена Юрьевна
к. ф.-м. н., доцент
elbakh@gmail.com,
г. Москва
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»

Аннотация. В исследовании рассматриваются вопросы содержания и методики преподавания курса математики в начальном общем образовании в условиях радикальных изменений жизни общества, связанных с цифровизацией. Мы исходим из того, что на уровне начальной школы должна быть сформирована математическая грамотность, необходимая для дальнейшего эффективного обучения на уровне основного образования, а также заложены ключевые математические навыки для жизни в условиях цифрового общества. В рамках исследования анализировались существующие программы начального общего образования и учебники математики: весь спектр учебников, входящих в Федеральный перечень учебников на данный момент и ряд других авторских учебников. Также анализировался новый Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования и новая Примерная основная образовательная программа. Использовались общелогические методы научного исследования. Кроме этого, использовался метод интервьюирования референтной группы, в которую входили учителя начальной школы и методисты, в том числе разрабатывающие учебные материалы и пособия для учащихся начального общего образования.

Предмет «Математика» является единственным предметом в предметной области «Математика и информатика» в ФГОС НОО и, соответственно, Примерной программе, поэтому именно в ходе изучения этого предмета у выпускника начальной школы должно возникнуть понимание о цифровых технологиях, цифровой природе будущей профессиональной деятельности в постиндустриальную эпоху.

В ходе исследования были подготовлены предложения по дополнению курса математики в начальном общем образовании, учитывающие возможность и необходимость освоения и использования средств цифровых технологий в образовательном процессе. Мы исходили из того, что по итогам обучения в

начальной школе у учащихся должно быть сформировано представление о математике как об интересном, современном и повседневно нужном предмете.

Ключевые слова: математическая грамотность, начальное общее образования, цифровые технологии, цифровые средства, цифровая трансформация образования, персональные образовательные траектории.

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 19-29-14152 и № 19-29-14199.

Введение

В исследовании рассматриваются вопросы содержания и методики преподавания курса математики, формирования математической грамотности в начальном общем образовании в условиях широкой цифровизации, затрагивающей все сферы жизни человека, включая образование. Проекты выполнялись при поддержке РФФИ по направлению 26-914 «Фундаментальное научное обеспечение процессов цифровизации общего образования». Нами рассматривался широкий спектр вопросов, касающийся предметной области «Математика и информатика» в начальной школе. Отдельное внимание в исследовании обращалось на изучение учета широкой цифровизации общества в новом Федеральном государственном образовательном стандарте начального общего образования (Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 286; далее – ФГОС НОО 2021) и новой Примерной основной образовательной программы (далее – Примерная программа). В том числе рассматривалось предлагаемое содержание предметной области «Математика и информатика» в целом и курса «Математика» в частности. Также в исследовании рассматривались вопросы использования модели целевого образования в преподавании математики, в том числе, в начальной школе.

В исследовании показывается, что уже на уровне начальной школы должна быть сформирована математическая грамотность, необходимая для дальнейшего эффективного обучения на уровне основного образования, а также заложены ключевые математические навыки для жизни в условиях цифрового общества. Наше исследование показывает необходимость существенной коррекции содержания курса математики в начальном общем образовании в направлении обучения использованию цифровых средств математики. Такие изменения содержания неразрывно связаны с изменением методики преподавания и включением в деятельность учащихся цифровых инструментов.

Обзор литературы

В рамках исследования рассматривались существующие программы начального общего образования и учебники математики. Анализировался весь спектр учебников, входящий в федеральный перечень учебников на данный момент (Приказ Министерства просвещения РФ от 20 мая 2020 г. № 254) и ряд авторских учебников, не включенных в данный перечень. Также анализировалась и Примерная программа. Использовались общелогические методы научного исследования. Кроме этого, использовался метод интервьюирования референтной группы, в которую входили учителя начальной школы и методисты, в том числе разрабатывающие учебные материалы и пособия для учащихся начального общего образования.

Фундаментальной задачей является исследование образовательного процесса начального общего образования в условиях цифровизации, как всей жизни общества, так и образования, описание возможных моделей организации образовательного процесса и коррекции содержания образования с учетом требований, выдвигаемых цифровизацией. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования рассматриваются рядом ученых (Фрумин, 2018). Отдельное внимание уделяется изменениям курса математики, которая является основой цифровых технологий, критически важных для всей нашей цивилизации. В то же

время интерес школьников к этому предмету в разных странах падает. Причины такого падения активно исследуются (Семенов, Поликарпов, 2021).

Цифровые технологии являются важным инструментом построения модели целевого образования, возможности которого также активно исследуются в последние годы (Константинов, 2021). А.Л. Семеновым формулируется концепция расширенной личности как одного из принципов построения системы образования, соответствующего реальности XXI века. (Семенов, Зискин, Кондратьев, 2021). В определении концепции расширенной личности авторы основываются на идеях Иосифа Файгенберга, Энди Кларка, Мишеля Серра, Льва Выготского, объединяющихся тем, что сознание перестало находиться внутри черепной коробки человека, а переселилось в окружающий его мир – в смартфон в кармане, являющийся окном ко всему объему материалов, размещенных в интернет. У Льва Выготского эта позиция относилась к психологическим орудиям, к тому, что мы сегодня называем цифровыми средствами: вся мыслительная деятельность человека перестраивается благодаря этим орудиям, некоторые умения и действия становится ненужными, одни передаются орудиям, другие видоизменяются. Вся структура поведения пересоздается, совершенно так же, как техническое орудие пересоздает весь строй трудовых операций (Выготский, 1982).

А.Л. Семенов отмечает, что в образовании мы начинаем взаимодействовать с расширенной личностью, что влечет за собой изменения в процедурах обучения и оценивания. Возникают новые возможности для самосовершенствования и самообразования и пр. в образовательной перспективе. Сегодняшние проблемы школы во многом могут быть решены, если мы перестанем запрещать ученику быть расширенной личностью, исходя из того, что это сегодняшняя данность цивилизации. Он отмечает также, что сегодня и взрослый, и маленький человек способны в мире что-то делать, что-то знают о нем, обращаясь, кроме собственного организма, к цифровым ресурсам (источникам, инструментам, средам и сервисам). В процессе образования мы должны адресоваться к такому расширенному человеку, к его расширенному сознанию (Семенов, 2019). Цифровые средства расширяют возможности человека, дополняя его память, возможности коммуникации, моделирования и анализа.

Э. Гэйбл анализирует международный опыт и тренды цифровой трансформации школьного образования, показывая, что ей уделяется значительное внимание во многих странах, однако реальной цифровой трансформации не происходит (Гэйбл, 2019).

Для ряда деятелей образования (А. Л. Семенов, А. Ю. Уваров, И. Д. Фрумин, Ю. С. Вишняков) очевидна необходимость определения места цифровой трансформации школы в пространственно-временном континууме и человеческой цивилизации (Уваров, 2018; Уваров, 2019; Семенов, 2021). Для нас сегодня очевидно, что цифровой путь – единственный, которой позволит нам сохранить роль школы в российском обществе XXI века. Коллектив авторов данной статьи принял участие в создании документа «Хартия цифрового пути школы», который включает цифровую трансформацию в общем контексте развития образования, характеризует парадигмальные изменения в содержании образования, ролях основных участников образовательного процесса. В Хартии цифрового пути школы говорится: «Эволюция человечества строится на расширении возможностей Homo sapiens с опорой на развитие и овладение технологиями как культурными орудиями развития. Сегодня личность человека расширена не только пером, часами, подзорной трубой и энциклопедией, но и калькулятором, автоматическим переводчиком, цифровым навигатором, доступом ко всемирной паутине и другими цифровыми средствами расширения разума, необычайно увеличивающими мощь человеческого мозга».

В рамках исследования был проанализирован опыт организации обучения в начальном общем образовании при переходе на дистанционное образование в условиях введения ограничений, связанных с распространением коронавирусной инфекции, изучались варианты, используемые как в 2020 году, так и в 2021 году. Подтвердилось предположение, высказанное при организации исследования о том, что развитие цифровых технологий и телекоммуникационных систем, меняющее способы, которыми фиксируется, передается и создается

знание, а также формируются навыки, декларировалось в директивных документах (например, ФГОС НОО 2009), но не учитывалось в практике начального общего образования.

Анализ используемых цифровых сред при организации дистанционного образования показал, что фактически на занятиях по всем предметам, в том числе и по математике, использовались среды (например, среда Zoom) фактически позволяющая имитировать используемые при очном обучении модели фронтального обучения в классно-урочной системе. Только в очень отдельных случаях использовались среды, предполагающие активную деятельностную позицию учащегося, например, среда «Учим учиться». Авторы этой разработки (Кондратьева, 2020) говорят о формировании учебно-информационных умений, которые характеризуют способность обучающегося самостоятельно усваивать учебную информацию, представленную в различных форматах: текст, таблица, схема, карта, диаграмма – и их сочетаниях. Совокупность этих умений представляет собой основу функциональной грамотности, так как они определяют готовность обучающегося выполнять задания с учебной информацией различного типа вне предметного контекста. Отмечается, что в условиях перехода к обучению в цифровой образовательной среде необходимо свободно оперировать различными компьютерными форматами, выполняя задания в цифровой форме. (Косарецкий, 2019; Фрумин, 2019).

Сложность перехода к работе в цифровой среде с активной деятельностной позицией учащегося связана с необходимостью для учащегося преодолевать трудности, самостоятельно находить и исправлять собственные ошибки, находить внутреннюю мотивацию для повторной работы над заданиями, вызывавшими ранее трудность. Совокупность перечисленных качеств часто объединяется понятием «грит», что в буквальном переводе с английского означает гравий, а в переносном смысле характеризует твердость характера, проявляемую в учении. Согласно исследованиям А. Дакворта, грит является универсальным предиктором успешности в обучении для разных возрастов и ступеней образования (Дакворт, 2018). Необходимость формирования твердости характера, проявляемой в учении, является общей задачей начальной школы, она также крайне важна и для успешного освоения курса математики.

В действующем на данный момент ФГОС НОО 2009 есть ряд прямых указаний на необходимость учета в образовательном процессе цифровизации общества и образования. Так в личностных результатах указано: «4) овладение начальными навыками адаптации в динамично изменяющемся и развивающемся мире». В метапредметных результатах можно выделить: «6) использование знаково-символических средств представления информации для создания моделей изучаемых объектов и процессов, схем решения учебных и практических задач; 7) активное использование речевых средств и средств информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных и познавательных задач; 8) использование различных способов поиска (в справочных источниках и открытом учебном информационном пространстве сети Интернет), сбора, обработки, анализа, организации, передачи и интерпретации информации в соответствии с коммуникативными и познавательными задачами и технологиями учебного предмета; в том числе умение вводить текст с помощью клавиатуры, фиксировать (записывать) в цифровой форме измеряемые величины и анализировать изображения, звуки, готовить свое выступление и выступать с аудио-, видео- и графическим сопровождением; соблюдать нормы информационной избирательности, этики и этикета».

К сожалению, проведенный анализ показывает, что ФГОС НОО 2021 года, который вводится в школы начиная с 2022–23 учебного года, значительно меньше ориентирован на происходящий процесс цифровизации жизни общества и образования, чем действовавший до этого времени ФГОС НОО 2009 года. Это касается многих разделов данного документа, но мы остановимся на разделе, касающемся требований к результатам предметной области «Математика и информатика». Прежде всего необходимо отметить, что в ФГОС НОО 2009 года не вводилось понятие предмета «Математика», а говорилось только о предметной области «Математика и информатика», что позволяло говорить о возможности включения в

программу школы и интегрированного курса «Математика и информатика» и отдельных курсов «Математика» и «Информатика». Требования отдельно по предмету «Математика» не фиксировались. Среди требований старых стандартов к результатам по предметной области «Математика и информатика» выделим следующие:

- использование начальных математических знаний для описания и объяснения окружающих предметов, процессов, явлений, а также оценки их количественных и пространственных отношений (п.1.);
- приобретение первоначальных представлений о компьютерной грамотности» (п.5.).

Эти требования никак не отражены в новом стандарте.

Стандарт 2009 года фиксировал обязательные предметные области и основные задачи реализации содержания предметных областей. Для предметной области «Математика и информатика» в качестве обязательных были зафиксированы задачи развития математической речи, логического и алгоритмического мышления, воображения, обеспечения первоначальных представлений о компьютерной грамотности.

ФГОС НОО 2021 года выделяет в предметной области «Математика и информатика» предмет «Математика» и фиксирует требования к нему. При этом отдельный предмет «Информатика» не вводится и все, что так или иначе относится к цифровым технологиям из данной предметной области фактически исключается.

Л.Л. Любимов отмечает, что целью развития общего образования является переход от трансляционной (то есть принудительно-наставительно-дидактической) модели, возникшей на рубеже XIX–XX веков, к модели деятельностной школы, основана на идеях Л.С. Выготского, А.Н. Леонтьева (Любимов, 2020). Важность деятельностного подхода в изучении математики отмечают А.Л. Семенов, С.А. Поликарпов и Т.А. Рудченко. Они описывают перспективы развития математического образования исходя из понимания, что завтра человечество будет не менее цифровым, чем сегодня (Семенов, Поликарпов, Рудченко, 2021).

В проанализированных нами исследованиях отмечается наличие и необходимость преодоления пропасти между школой и окружающим миром. Фиксируется внимание на том, что эта пропасть в математике особенно велика несмотря на то, что именно математика является основой для Computer Science и цифровых технологий, а взрослые и дети постоянно используют цифровые средства в жизни и профессиональной деятельности. Роль деятельностного подхода проявляется через возможность и необходимость проведения математических экспериментов. Отмечается, что возможность такого эксперимента, наглядной поддержки рассуждений, неизмеримо возросла благодаря цифровым технологиям (Семенов, 2020). Математические эксперименты, в том числе и с использованием цифровых сред для геометрических представлений, могут успешно использоваться и в начальной школе.

Также важным является фиксация внимания на цели обучения преадаптивности – готовности к неожиданным, непредвиденным ситуациям, готовности решать неожиданные задачи, в том числе, применяя математические методы (Асмолов, 2017; Вавилов, 2020). Показать возможность и сформировать привычку использовать математику при решении различных задач повседневной жизни – одна из важных задач курса математики в начальной школе.

Рассматривая предпосылки изменений в школьном образовании, связанные с цифровой трансформацией цивилизации, А. Л. Семенов предлагает первые шаги в этом направлении, которые позволят изменения сделать не травмирующими (Семенов, Возможно ли преодоление…, 2020). Ключевым в данном случае является слово «разрешить», разрешить использовать цифровые инструменты в школе и на экзаменах. Этот тезис является важным и для курса математики начального общего образования.

В рамках анализа учебников математики для начального общего образования, включенных в федеральный перечень учебников, их сопоставления с ФГОС НОО 2021 необходимо выделить комплект учебников авторского коллектива под руководством М.И. Моро. Первый типографский пробный учебник «Математика-1», написанный в соавторстве с

М.А. Бантовой и Г.В. Бельтюковой был напечатан в 1966 году. Фактически это был не просто новый комплект учебников, а новый предмет «математика» для учащихся начального общего образования. Ранее в начальной школе преподавался только один раздел математики – арифметика: в начальной школе учились считать и выполнять простые арифметические действия. Этот учебник был значительным шагом вперед в преподавании математики и отражал время. Для повышения уровня математической подготовки учащихся к арифметике были добавлены основы алгебры и геометрии. В программе начальной школы впервые появились важнейшие математические понятия: равенство, неравенство, числовое и буквенное выражение, переменная и другие. Конечно, за более чем 50-летнюю историю учебник неоднократно дорабатывался авторским коллективом, но не претерпел существенных изменений. При этом он и на данный момент соответствует новому ФГОС НОО 2021 и новой Примерной программе. Данный учебник остается наиболее широко используемым в школах России. Однако необходимо признать, что он не соответствует времени и не учитывает существенную роль цифровых технологий в современном мире.

Остальные учебники, представленные в федеральном перечне, имеют ряд отличий в подаче материала, но все они ограничены в содержании ФГОС и не отражают роли цифровизации жизни в курсе математики.

Результаты

Курс математики начальной школы в соответствии с ФГОС НОО 2021 включен в предметную область «Математика и информатика» и содержит следующие разделы: **Числа и величины, Арифметические действия, Текстовые задачи, Пространственные отношения и геометрические фигуры**. Примерная программа описывает содержание курса по классам в соответствии с указанными разделами и включает перечень универсальных учебных действий – познавательных, коммуникативных и регулятивных, которые возможно формировать средствами учебного предмета «Математика». В познавательных универсальных учебных действиях выделен специальный раздел «Работа с информацией». Несмотря на обоснованное отнесение курса к предметной области «Математика и информатика», проведенный анализ показывает, что, фактически, вопросы, относящиеся к информатике, в программе не рассматриваются. При этом отдельного предмета «Информатика», важность которого подчеркивают многие ученые (Бетелин, 2020), в Примерной программе нет.

Проведенный анализ показывает, что курс математики начальной школы, в соответствии с ФГОС НОО 2021 не учитывает, что за последние десятилетия математика и информатика приобрели исключительную важность в развитии цивилизации как основа для цифровых технологий и искусственного интеллекта. Соответственно, уже в начальной школе эти области формируют понимание учащимися фундаментальных основ цифровых технологий. Однако содержание и методы преподавания современного курса математики в начальной школе не соответствуют этим требованиям.

Например, раздел **Арифметические действия в 4 классе,** определяющий итог всей начальной школы, включает следующие результаты:

- письменное сложение, вычитание многозначных чисел в пределах миллиона; письменное умножение, деление многозначных чисел на однозначное/двузначное число в пределах 100 000; деление с остатком. Умножение/деление на 10, 100, 1000;
- свойства арифметических действий и их применение для вычислений; поиск значения числового выражения, содержащего несколько действий с числами в пределах 100 000; проверка результата вычислений, в том числе с помощью калькулятора.

Необходимо отметить, что, согласно Примерной программе, все результаты в области арифметических действий в начальной школе сводятся к вычислению в тетради. При этом предлагается проверять результаты вычисления с помощью калькулятора, обучение использованию которого никак в программе не упоминается. В реальной жизни все происходит в точности наоборот: умение считать устно и на бумаге необходимо для того, чтобы проверить

правильность вычислений на калькуляторе и в электронной таблице. Это подтверждается, например, характером повседневных действий современного инженера, конструктора, архитектора, статистика. Необходимо уметь оценивать релевантность результата – в частности, соответствие порядка величины, правильность первой и последней цифры и пр.

Мы не отрицаем необходимость обучения различным алгоритмам арифметических действий, но не считаем необходимым тратить учебное время на отработку навыков их использования в работе с многозначными числами. Высвобожденное время может быть потрачено на другие разделы курса, в том числе на решение новых форматов задач.

В ФГОС НОО среди предметных результатов по учебному предмету «Математика» указывается сформированность вычислительных навыков, умений выполнять устно и письменно арифметические действия с числами, решать текстовые задачи, оценивать полученные результаты по критерию «достоверность/реальность». Здесь опять необходимо отметить, что упоминаются только устные и письменные арифметические действия и не упоминается использование цифровых средств для вычислений. Нам же представляется крайне важным соблюсти баланс между использованием цифровых, письменных и устных вычислений, сформировать умение использовать именно ту технологию, которая в данный момент эффективна.

Также мы обратили внимание на то, что оценивание полученных результатов по критерию «достоверность/реальность» выделяется в качестве необходимого результата, но этому умению не уделяется должного внимания в программе и учебных материалах. Роль оценки результата на достоверность не исчезает, а, по нашему мнению, даже возрастает при использовании цифровых средств вычислений. И приемам такой оценки необходимо обучать именно в начальной школе.

Курс математики в начальной школе отвечает и за введение единиц измерения длины, площади, массы, времени, стоимости, обучению способам измерений. Это отражено в разделе **Числа и величины.** На наш взгляд, введение ряда величин сильно затянуто. Так, например, в соответствии с предлагаемой Примерной программой предполагается, что в первом классе учащиеся незнакомы с понятием времени. Часы и минуты появляются во втором классе, секунды – в третьем, а все остальное (дни недели, месяцы, годы, века) – только в четвертом. При этом само понятие времени знакомо детям задолго до школы и крайне необходимо для формирования умения планировать свой день, следовать расписанию уроков, ставить учебные цели на день, неделю, месяц. Пониманию учащимися того, как устроено время, могут очень помочь различные цифровые средства, предназначенные для планирования: такие как календарь, лента времени, цифровые часы, таймер, секундомер. Раннее знакомство с единицами и способами измерения времени крайне важно и для формирования у учащихся «чувства времени», ответственности за «потерянное время». Оно также необходимо для решения текстовых математических задач, спектр которых может быть расширен.

Также мы обращаем внимание на то, что в рамках курса математики начального общего образования совсем не упоминаются отрицательные числа, в то время как они естественным образом встречаются в начальной школе в курсе «Окружающий мир» и в повседневной жизни учащихся при измерении температуры воздуха на улице зимой и записи таких измерений. Отрицательным (целым) числам, их сравнению между собой и с положительными числами может и должно найтись место в начальной школе.

Еще одним спорным моментом является отсутствие в программе в век цифровых технологий какого-либо упоминания о двоичной системе счисления. Мы считаем возможным и необходимым найти в курсе начальной школы место знакомству с двоичной системой счисления, используемой цифровыми средствами. Наши наблюдения показывают, что знакомство с двоичной системой помогает понять и устройство десятичной системы. С предполагаемыми методическими трудностями в изложении основ двоичной системы справиться довольно просто, используя, например, известную задачу о взвешивании на чашечных весах (Генкин, 2021).

В ФГОС НОО 2021 и Примерной программе в качестве обязательных результатов указывается приобретение опыта работы с информацией, представленной в графической форме (простейшие таблицы, схемы, столбчатые диаграммы) и текстовой форме: умение извлекать, анализировать, использовать информацию и делать выводы, заполнять готовые формы. При этом не конкретизируется, о какой именно форме представления идет речь. На наш взгляд, необходимо приобрести опыт в работе с графическим представлением информации не только на бумаге, но и с основным современным цифровым инструментом работы с таблицами и диаграммами – динамическими (электронными) таблицами. Умение эффективно использовать возможности динамических таблиц для вычислений, анализа данных и построения диаграмм будет необходимо выпускникам начальной школы для успешного обучения в основной школе. Также важно научиться работать с различными формами, переставленными в цифровом виде, вносить данные в таблицы, анализировать данные, представленные в табличной форме.

В рамках изучения курса учащиеся должны осознать необходимость изучения математики для решения различных задач повседневной жизни. Целесообразно включение в раздел **Текстовые задачи** группы задач, которые могут быть условно объединены названием «Математика для жизни». Учащийся должен научиться применять математику как средство моделирования реальности для решения практических задач в повседневной жизни. При этом мы предполагаем, что для моделирования могут эффективно использоваться цифровые средства.

Также необходимо научиться обнаруживать ошибки в собственных рассуждениях, позитивно относиться к процессу поиска и выявления ошибок, в том числе с посторонней помощью, осознавать необходимость и испытывать потребность в решении неожиданных, не похожих на встречавшиеся ранее, задач.

В рамках проведенного исследования сформулированы предложения по коррекции курса математики начального общего образования с учетом возможности и необходимости использования средств цифровых технологий в качестве объекта изучения и инструмента учения.

Данные предложения также отражены в подготовленной примерной основной образовательной программе начального общего образования с цифровыми пояснениями.

Заключение

Скорость цивилизационных изменений растет, даже в течение последнего десятилетия в окружающем нас мире произошли разнообразные фундаментальные изменения. И это – не просто появление тех или иных информационных технологий, с которым мы сталкиваемся буквально каждый день. Важна даже не только скорость, а радикальность изменений. Ясно, что будущее человечества будет не менее цифровым, чем сегодня. В этой ситуации школа сохранится только в том случае, если ей удастся преодолеть цифровую пропасть между ней и окружающим миром.

В математическом образовании эта пропасть особенно велика. Известен «Парадокс математического образования»:

1. Математика становится все более важным элементом современной цивилизации: все цифровые технологии построены на математических методах и результатах;
2. Отношение школьников к математике во многих странах ухудшается: дети теряют к ней интерес и не видят в ней смысла.

Важно в начальной школе заинтересовывать математикой, вовлекать в ее изучение большинство детей. Интерес к математике, понимание ее основ закладывается в начальной школе. Если этот интерес удастся сформировать в начальной школе, не потерять и развить его в основной и средней школе, то шансов найти будущих специалистов в области IT, начиная от разработчиков микросхем и заканчивая прикладными математиками, создателями новых алгоритмов и моделей реальности и психики, станет больше. И это – одна из причин, по которой падение интереса к математике в школе было бы важно остановить. Страна, которой это удастся сделать, получит конкурентное преимущество.

Предмет «Математика» является единственным предметом в предметной области «Математика и информатика» в ФГОС НОО 2021 и, соответственно, Примерной программе. Известным феноменом является ориентация школ на изучение обязательных предметов. Поэтому даже при наличии в отдельно взятом образовательном учреждении кадров необходимой квалификации и методического обеспечения предмета «Информатика» в начальной школе, он с большой вероятностью окажется на периферии учебного процесса, просто в связи с хроническим дефицитом учебного времени – еще одним известным феноменом нашей школы. Поэтому учебным предметом, в ходе изучения которого в начальной школе должно возникнуть понимание о цифровых технологиях, цифровой природе будущей профессиональной деятельности в постиндустриальную эпоху, должна быть «Математика».

Представляется также важным по итогам обучения в начальной школе сформировать у учащихся представление о математике как об интересном, современном и повседневно нужном предмете. Кроме того, одна из ключевых задач современной начальной школы – сформировать компетенции, необходимые для дальнейшего успешного обучения, к которым относятся компетенции в области использования цифровых технологий в жизни и образовательной деятельности.

Эволюция человечества строится на расширении его возможностей через овладение технологиями как культурными орудиями развития. Курс математики начального общего образования должен учитывать, что изучает математику человек с расширенным сознанием, имеющим в руках не только ручку, тетрадку и энциклопедию, но и калькулятор, цифровой навигатор. Ему доступны ресурсы интернет и другие цифровые средства, расширяющие возможности человека. Это должно учитываться как в части коррекции содержания курса, так и в части методики его преподавания.

Методика преподавания должна предполагать использование цифровых средств, в том числе средств вычисления (калькулятор, электронные таблицы) в качестве инструментов учебной деятельности. Отсутствие в ФГОС НОО 2021 предмета Информатика затрудняет широкое внедрение даже учебников, входящих в федеральный перечень учебников и уже достаточно активно используемых школами страны. Это комплект учебников для 1–4 классов Информатика (авторы Т. А. Рудченко, А. Л. Семенов). Математическое образование в начальной школе будет более полным, если курс информатики в варианте, предлагаемом данным учебным комплектом, будет преподаваться как часть единого курса «Математика и информатика».

Математика и информатика представляют собой уникальную область школьного образования, где перед учащимися могут ставиться задачи любой сложности и при этом высокой степени новизны – большей, чем в других школьных областях. Тем самым данная область в наибольшей степени позволяет достигать личностных результатов подготовки к деятельности в будущем мире.

Перечень комплектов учебников, проанализированных в ходе исследования

Математика

1. Александрова Э. И. Математика (в 2 книгах). 1–4 классы. М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний»; Издательство «Просвещение».
2. Алышева Т. В. Математика (для обучающихся с интеллектуальными нарушениями) (в 2 частях). 1–3 классы. М.: Издательство «Просвещение».
3. Алышева Т. В., Яковлева И. М. Математика (для обучающихся с интеллектуальными нарушениями) (в 2 частях). 4 класс. М.: Издательство «Просвещение».
4. Аргинская И. И., Бененсон Е. П., Итина Д. С., Кормишина С. Н. Математика (в 2 частях) 1 класс. М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний»; Издательство «Просвещение».
5. Аргинская И. И., Ивановская Е. И., Кормишина С. Н. Математика (в 2 частях). 2–4 классы. М.: «Развивающее обучение»; Издательство «Просвещение».
6. Башмаков М. И., Нефедова М.Г. Математика (в 2 частях) 1–4 классы. М.: «ДРОФА»; Издательство «Просвещение».

7. Давыдов В. В., Горбов С. Ф., Микулина Г. Г., Савельева О. В. Математика. 1 класс. М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний»; Издательство «Просвещение».
8. Давыдов В. В., Горбов С. Ф., Микулина Г. Г., Савельева О. В. Математика (в 2 книгах). 2–4 классы. М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний»; Издательство «Просвещение».
9. Дорофеев Г. В., Миракова Т. Н., Бука Т. Б. Математика (в 2 частях). 1–4 классы. М.: Издательство «Просвещение».
10. Истомина Н. Б. Математика (в 2 частях). 1–4 классы. М.: Издательство «Просвещение».
11. Минаева С. С., Рослова Л. О., Рыдзе О. А. и др.; под редакцией Булычева В. А. Математика (в 2 частях). 1–4 классы. М.: Издательский центр «Вентана-Граф»; Издательство «Просвещение».
12. Миракова Т. Н., Пчелинцев С. В. Математика (в 2 частях). 1–2 классы. М.: Издательство «Просвещение».
13. Миракова Т. Н., Пчелинцев С. В., Разумовский В. А. и др. Математика (в 2 частях). 3–4 классы. М.: Издательство «Просвещение».
14. Моро М. И., Волкова С. И., Степанова С. В. Математика (в 2 частях). 1 класс. М.: Издательство «Просвещение».
15. Моро М. И., Бантова М. А., Бельтюкова Г. В. и др. Математика (в 2 частях) 2–4 классы. М.: Издательство «Просвещение».
16. Муравин Г. К., Муравина О. В. Математика (в 2 частях). 1–4 классы. М.: «Дрофа»; Издательство «Просвещение».
17. Петерсон Л. Г. Математика (в 3 частях). 1–4 классы. М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний»; Издательство «Просвещение».
18. Рудницкая В. Н., Кочурова Е. Э., Рыдзе О. А. Математика (в 2 частях). 1 класс. М.: Издательский центр «Вентана-Граф». Издательство «Просвещение».
19. Рудницкая В. Н., Юдачева Т. В. Математика (в 2 частях). 2–4 классы. М. Издательский центр «Вентана-Граф»; «Просвещение».
20. Семенов А. Л., Посицельская М. А. Математика и Информатика 1. Учебное пособие, М.: «Просвещение», 2006,
21. Семенов А. Л., Посицельская М. А. Математика и Информатика 2. Учебное пособие, М.: «Просвещение», 2007.
22. Семенов А. Л., Рудченко Т. А. Математика и Информатика 3. Учебное пособие, М.: «Просвещение», 2009.
23. Семенов А. Л., Посицельская М. А., Посицельский С. Е., Рудченко Т. А. и др. Математика и информатика. 1–4 класс. Учебно-методический комплект (учебники и задачники). М.: МЦНМО, ИНТ, 2012–2019.

Информатика

24. Рудченко Т. А., Семенов А. Л. Информатика. 1 класс. Учебник для общеобразоват. организаций. М.: Издательство «Просвещение», серия «Перспектива», 2021.
25. Рудченко Т. А., Семенов А. Л. Информатика. 2 класс. Учебник для общеобразоват. организаций. М.: Издательство «Просвещение», серия «Перспектива», 2021.
26. Рудченко Т. А., Семенов А. Л. Информатика. 3 класс. Учебник для общеобразоват. организаций. М.: Издательство «Просвещение», серия «Перспектива», 2021.
27. Рудченко Т. А., Семенов А. Л. Информатика. 4 класс. Учебник для общеобразоват. организаций. М.: Издательство «Просвещение», серия «Перспектива», 2021.
28. Семенов А. Л., Рудченко Т. А. Информатика. 3–4 класс. Часть 1. Учебник для общеобразоват. организаций. М.: Издательство «Просвещение», серия «Школа России», 2021.
29. Семенов А. Л., Рудченко Т. А. Информатика. 3–4 класс. Часть 2. Учебник для общеобразоват. организаций. М.: Издательство «Просвещение», серия «Школа России», 2021.
30. Семенов А. Л., Рудченко Т. А. Информатика. 3–4 класс. Часть 3. Учебник для общеобразоват. организаций. М.: Издательство «Просвещение», серия «Школа России», 2021.

Список литературы

Асмолов А. Г., Шехтер Е. Д., Черноризов А. М. Преадаптация к неопределенности как стратегия навигации развивающихся систем: маршруты эволюции // Вопросы психологии. 2017. № 4. С. 3–26.

Бетелин В. Б., Кушниренко А. Г., Семенов А. Л., Сопрунов С. Ф. О цифровой грамотности и средах ее формирования // Информатика и ее применения. 2020. № 14 (4). С. 100–107.

Вавилов Н. А. Компьютер как новая реальность математики. Части I, II, III // Компьютерные инструменты в образовании. 2020. № 2, 3, 4.

Выготский Л. С. Инструментальный метод в психологии. Собр. соч. В 6 т. Т. 1, 1982. URL: http://elib.gnpbu.ru/text/vygotsky_ss-v- 6tt_t1_1982/go,108;fs,1/

Генкин С. А., Итенберг И. В., Фомин Д. В. Ленинградские математические кружки. М.: МЦНМО, 2021.

Гэйбл Э. Цифровая трансформация школьного образования. Международный опыт, тренды, глобальные рекомендации / пер. с англ.; под науч. ред. П. А. Сергоманова; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. М.: НИУ ВШЭ, 2019.

Дакворт А. Л. Твердость характера. Как развить в себе главное качество успешных людей. М.: ЭКСМО, 2018.

Кондратьева И. Н., Рубашкин Д. Д. Начальная школа в условиях цифровизации: активные учебные практики как педагогический инструмент достижения метапредметных результатов. Перспективы и приоритеты педагогического образования в эпоху трансформаций, выбора и вызовов // Сборник научных трудов VI Виртуального Международного форума по педагогическому образованию. Казань, 2020. С. 92-104.

Константинов Н. Н., Семенов А. Л. Результативное образование в математической школе // Чебышевский сборник. 2021. Т. XXII. №. 1(77). С. 413–446. URL: https://doi.org/10.22405/2226-8383-2021-22-1-413-446.

Косарецкий С. Г., Баранников К. А., Беликов А. А. и др. Российская школа: начало XXI века. / Под ред. С. Г. Косарецкого, И. Д. Фрумина. // Серия «Российское образование: достижения, вызовы, перспективы», науч. ред. Я. И. Кузьминов, И. Д. Фрумин. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019.

Любимов Л. Л. Концепция модернизации общего образования. Без лозунгов, призывов и наставлений, но с ответами на вопросы: Что надо делать? Почему это надо делать? Как это можно сделать? М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования, 2020. (Современная аналитика образования. № 2 (32))

Приказ Министерства просвещения РФ от 20 мая 2020 г. № 254 «Об утверждении федерального перечня учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность» (с изменениями и дополнениями), URL: https://mo.mosreg.ru/download/document/8605117.

Примерная основная образовательная программа начального общего образования с цифровыми пояснениями. URL: http://infodigital.tilda.ws/program/general

Семенов А. Л. Возможно ли преодоление цифрового разрыва между школой и жизнью? // Цифровое общество как культурно-исторический контекст развития человека. Сб. науч. статей. Под общ. ред. Р. В. Ершовой. Коломна: Государственный социально-гуманитарный университет, 2020. С. 350–354.

Семенов А. Л. Исследование в цифровой среде – ключевой контекст общего образования // «От учебного проекта к исследованиям и разработкам» ICRES’2020. Сборник трудов Международной конференции по исследовательскому образованию школьников,

Москва, 23–26 марта 2020 г. Под ред. Богоявленской Д. Б., Карпова А. О., Багдасарьян Н. Г., Розова Н. Х. М.: НТА АПФН, 2020. С. 57–65.

Семенов А. Л. Цели общего образования в цифровом мире // Информатизация образования и методика электронного обучения: Материалы III Международной конференции: в 2 ч. Красноярск: СФУ, 2019. Ч. 2. С. 383–388.

Семенов А. Л. Цифровой путь российской школы // Сб. тезисов докладов Международной научной конференции «Фундаментальные проблемы обучения математике, информатике и информатизации образования», г. Елец, 1–3 октября 2021 г. Елецкий ГУ им. И. А. Бунина, 2021. С. 17–19.

Семенов А. Л., Вишняков Ю. С. Цифровая трансформация общего образования: перспективы и пути развития // Антропологическая дидактика и воспитание. 2021. Т. 4. № 4. С. 8–23.

Семенов А. Л., Зискин К. Е. Концепция расширенной личности как ориентир цифрового пути образования // Сб. «Герценовские чтения: психологические исследования в образовании», 2021, вып. 4. С. 530–535. DOI: 10.33910/herzenpsyconf-2021-4-66.

Семенов А. Л., Кондратьев В. В. Учащиеся как расширенные личности цифровой эпохи // Материалы IV Междунар. науч. конф. «Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании». Красноярск, 6–9 октября 2020 г.: в 2 ч. Ч. 2. Под общ. ред. М.В. Носкова. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. С. 560–566.

Семенов А. Л., Поликарпов С. А. Цифровая трансформация школы и роль математики и информатики в ней. Проблемы и парадоксы математического образования // Тр. IV Междунар. науч. конф. «Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании». Красноярск, 6–9 октября 2020 г. / под общ. ред. М. В. Носкова. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020 С. 192–200.

Семенов А. Л., Поликарпов С. А., Рудченко Т. А. Будущее математического образования // Mathematical Education 9. Proceedings of international conference, Yerevan, 7–8 October, 2021. Ереван, 2021. С. 186–189.

Уваров А. Ю. На пути к цифровой трансформации школы М.: Образование и информатика, 2018.

Уваров А. Ю., Дворецкая И. В., Заславский И. М., Карлов И. А., Мерцалова Т. А., Фрумин И. Д. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. М., ВШЭ, 2019.

Учим учиться. URL: https://learntolearn.ru/ node/134.

ФГОС НОО 2009 года [Приказ Минобрнауки России от 06.10.2009 N 373 (ред. от 11.12.2020) Зарегистрирован в Минюсте России 22 декабря 2009 г. № 15785 URL: https://fgos.ru/fgos/fgos-noo/.

ФГОС НОО 2021 года [Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 286 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования" (Зарегистрирован 05.07.2021 № 64100 URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028.

Фрумин И. Д., Добрякова М. С., Баранников К. А., Реморенко И. М. Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра. Предварительные выводы международного доклада о тенденциях трансформации школьного образования / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. М.: НИУ ВШЭ, 2018. (Современная аналитика образования. № 2 (19)).

Хартия цифрового пути школы. URL: https://rffi.1sept.ru/document/charter.

Geogebra for Teaching and Learning Math. URL: https://www.geogebra.org/.

THE CONTENT AND METHODOLOGY OF TEACHING MATHEMATICS PRIMARY SCHOOL IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION

Semenov A. L.
Dr. Sci., professor, member of Russian Academy of Sciences and Russian Academy of Education
alsemno@ya.ru
Moscow

Institute of Education, HSE University, Moscow
Herzen University, Saint-Petersburg

Muranov A. A.
Ph.D. (Pedagogy)
muranov2000@gmail.com
Moscow

Center for the Development of Effective Education

Polikarpov S. A.
Ph.D. (Phys. and math.),
Associate Professor, polik@mi-ras.ru
Moscow

Steklov Mathematical Institute of Russian Academy of Sciences

Bakhtina E. U.
Ph.D. (Phys. and math.),
Associate Professor, elbakh@gmail.com
Moscow

Moscow Automobile and Road Engineering State Technical University (MADI)

Abstract. The study examines the content and methods of teaching mathematics courses in primary general education in the context of digitalization. We proceed from the fact that at the primary school level, mathematical literacy should be formed, which is necessary for further effective teaching at the basic education level, and key mathematical skills for living in a digital society should be laid down. The study analyzed the existing programs of primary general education and textbooks of mathematics. The whole range of textbooks included in the federal list of textbooks at the moment and a number of other author's textbooks were analyzed. The new Federal State Educational Standard of primary general education and a new approximate basic educational program were also analyzed. General logical methods of scientific research were used.

The subject "Mathematics" is the only subject in the subject area "Mathematics and Computer Science" in the Federal State Educational Standard and, accordingly, the Sample Program, therefore, it is during the study of this subject in elementary school that an understanding of digital technologies, the digital nature of future professional activity in the post-industrial era should arise.

In the course of the study, proposals were prepared to supplement the mathematics course in primary general education, taking into account the possibility and necessity of mastering and using digital technologies in the educational process. We proceeded from the fact that, based on the results of primary school education, students should have an idea of mathematics as an interesting, modern and everyday necessary subject

Keywords: mathematical literacy, primary general education, digital technologies, digital tools, digital transformation of education, personal educational trajectories.

References

Asmolov, A. G., Shekhter, E. D., Chernorizov, A. M. (2017). Preadaptation to uncertainty as a strategy of developing systems navigation: the ways of evolution. *Questions of psychology*, 4, 3–26. (In Russ, abstract in Eng.).

Betelin, V. B., Kushnirenko A. G. Semenov A. L., Soprunov S. F. (2020). About Digital Literacy and the Environments of its Formation. *Computer Science And Its Applications,* 14 (4), 100–107. (In Russ., abstract in Eng.).

Charter of the digital way of the school. URL: https://rffi.1sept.ru/document/charter.

Dakvort, A. L. (2018). *Tverdost' kharaktera. Kak razvit' v sebe glavnoe kachestvo uspeshnykh lyudej*. Moscow: EKSMO. (In Russ.).

Federal State Educational Standard of 2021 [Order of the Ministry of Education of the Russian Federation No. 286 dated 31.05.2021 "On Approval of the Federal State Educational Standard of Primary General Education" (Registered 05.07.2021 No. 64100)] No.http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028. (In Russ.).

Frumin, I. D., Dobryakova, M. S., Barannikov, K. A., Remorenko, I. M. (2018). Universal Competencies and New Literacy: What to Teach Today for Tomorrow's Success. Preliminary Conclusions of the International Report on Trends in the Transformation of School Education. National Research University "Higher School of Economics", Institute of Education. Moscow: *Modern Education Analytics.* № 2 (19). (In Russ., abstract in Eng.).

Gehjbl, E. (2019). *Digital Transformation of School Education. International Experience, Trends, Global Recommendations.* Transl. from English, ed. by P. A. Sergomanov. National Research University “Higher School of Economics", Institute of Education. Moscow: HSE. (In Russ.)Genkin, S. A., Itenberg, I. V., Fomin, D. V. (2021). *Leningrad Mathematical Circles.* Moscow: ICNMO. (In Russ., abstract in Eng.).

Geogebra for Teaching and Learning Math. URL: https://www.geogebra.org/.

Kondratieva, I. N., Rubashkin, D. D. (2020). Nachal'naya shkola v usloviyakh cifrovizacii: aktivnye uchebnye praktiki kak pedagogicheskij instrument dostizheniya metapredmetnykh rezul'tatov. [Primary school in the context of digitalization: active educational training as a pedagogical tool for achieving meta-subjects outcomes]. *Perspektivy i prioritety pedagogicheskogo obrazovaniya v ehpokhu transformaciĬ, vybora i vyzovov. Sbornik nauchnyh trudov VI Virtual'nogo Mezhdunarodnogo foruma po pedagogicheskomu obrazovaniyu* (pp. 92-104). Kazan': Kazanskij (Privolzhskij) federal'nyj universitet. (In Russ., abstract in Eng.).

Konstantinov, N. N., Semenov, A. L. (2021). Productive education in the mathematical school. *Chebyshyovskii Sbornik*, Vol. XXII, 1(77), 413–446. URL: https://doi.org/10.22405/2226-8383-2021-22-1-413-446. (In Russ., abstract in Eng.).

Kosaretsky, S. G., Barannikov, K. A., Belikov, A. A. et all. (2019). *Russian School: the Beginning of the XXI Century.* Ed. by S. G. Kosaretsky, I. D. Frumin. Series “Russian Education: Achievements, Challenges, Prospects” Scientific ed. by Kuzminov Ya. I., Frumin I. D. Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics. (In Russ.).

Lyubimov, L. L. (2020). The Concept of modernization of general education. Without slogans, appeals and instructions, but with answers to questions: What should I do? Why should this be done? How can this be done? *Modern Education Analytics,* 2 (32). Moscow: National Research University "Higher School of Economics", Institute of Education. (In Russ.).

Prikaz Ministerstva prosveshcheniya RF ot 20 maya 2020 g. No. 254 «Ob utverzhdenii federal'nogo perechnya uchebnikov, dopushchennykh k ispol'zovaniyu pri realizatsii imeyushchikh gosudarstvennuyu akkreditatsiyu obrazovatel'nykh programm nachal'nogo obshchego, osnovnogo obshchego, srednego obshchego obrazovaniya organizatsiyami, osushchestvlyayushchimi obrazovatel'nuyu deyatel'nost'» (s izmeneniyami i dopolneniyami), URL: https://mo.mosreg.ru/download/document/8605117. (In Russ.).

Primernaya osnovnaya obrazovatel'naya programma nachal'nogo obshchego obrazovaniya s cifrovymi poyasneniyami. URL: http://infodigital.tilda.ws/program/general. (In Russ.).

Semenov, A. L. (2020). Vozmozhno li preodolenie cifrovogo razryva mezhdu shkoloj i zhizn'yu? [Is it Possible to Bridge the Digital Gap Between School and Life?]. *Cifrovoe obshchestvo kak kul'turno-istoricheskij kontekst razvitiya cheloveka. Sb. nauch. statej. Pod obshch. red. R. V. Ershovoj* (pp. 350-354). Kolomna: Gosudarstvennyj social'no-gumanitarnyj universitet, (In Russ.).

Semenov, A. L. (2020). Issledovanie v cifrovoj srede – klyuchevoj kontekst obshchego obrazovaniya [Research in the Digital Environment – the Key Context of General Education]. «*Ot uchebnogo proekta k issledovaniyam i razrabotkam» ICRES'2020. Sbornik trudov Mezhdunarodnoj konferencii po issledovatel'skomu obrazovaniyu shkol'nikov, Moskva, 23-26 marta 2020 g. Pod red. Bogoyavlenskoj D. B., Karpova A. O., Bagdasar'yan N. G., Rozova N. H.* (pp. 57–65). Moscow: NTA APFN. (In Russ.).

Semenov, A. L. (2019). Celi obshchego obrazovaniya v cifrovom mire [Goals of General Education in the Digital World]. *Informatizaciya obrazovaniya i metodika elektronnogo obucheniya: Materialy III Mezhdunarodnoj konferencii. Ch. 2* (pp. 383-388). Krasnoyarsk: Sibirskij Federal'nyj universitet. (In Russ.).

Semenov, A. L. (2021). Транслитерация [Digital Path of the Russian School]. *Proceedings of the International Scientific Conference "Fundamental Problems of Teaching Mathematics, Computer Science and Informatization of Education"*, Yelets, Russia, October 1–3, 2021, Bunin Yelets State University, 17–19. (In Russ.).

Semenov, A. L., Vishnyakov, Yu.S. (2021). Digital Transformation of General Education: Prospects and Ways of Development. *Anthropological Didactics and Education*, 4, 8–23. (In Russ., abstract in Eng.).

Semenov, A. L., Ziskin, K.E. (2021). The Concept of an Expanded Personality as a Reference Point of the Digital Path of Education. *Proceedings of the International conference "Herzen Readings: Psychological Research in Education"*, 4, 530–535. (In Russ., abstract in Eng.).

Semenov, A. L., Kondratiev, V. V. (2020). Uchashchiesya kak rasshirennye lichnosti cifrovoj epohi [Students as Expanded Personalities of the Digital Era]. *Materialy IV Mezhdunar. nauch. konf. «Informatizaciya obrazovaniya i metodika elektronnogo obucheniya: cifrovye tekhnologii v obrazovanii». Krasnoyarsk, 6–9 oktyabrya 2020 g.: v 2 ch. CH. 2. Pod obshch. red. M.V. Noskova* (pp. 560–566). Krasnoyarsk: Sibirskij Federal'nyj universitet. (In Russ.).

Semenov, A. L., Polikarpov, S. A. (2020). Cifrovaya transformaciya shkoly i rol' matematiki i informatiki v nej. Problemy i paradoksy matematicheskogo obrazovaniya [Digital Transformation of the School and the Role of Mathematics and Computer Science in it. Problems and Paradoxes of Mathematical Education]. *Materialy IV Mezhdunar. nauch. konf. «Informatizaciya obrazovaniya i metodika elektronnogo obucheniya: cifrovye tekhnologii v obrazovanii». Krasnoyarsk, 6–9 oktyabrya 2020 g. / pod obshch. red. M. V. Noskova* (pp. 192–200). Krasnoyarsk: Sibirskij Federal'nyj universitet. (In Russ.).

Semenov, A. L., Polikarpov, S. A., Rudchenko, T. A. (2021). Budushchee matematicheskogo obrazovaniya [The Future of Mathematical Education]. *Mathematical Education* 9. (pp. 186-189). Yerevan. (In Russ.).

The Federal State Educational Standard of 2009 [Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated 06.10.2009 No. 373 (ed. dated 11.12.2020) was registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on December 22, 2009. No. 15785] https://fgos.ru/fgos/fgos-noo/. (In Russ.).

Uvarov, A. Yu. (2018). *On the Way to Digital Transformation of the School.* Moscow: Education and Informatics. (In Russ.).

Uvarov, A. Yu., Dvoretskaya, I. V., Zaslavsky, I. M., Karlov, I. A., Mertsalova, T. A., Frumin, I. D. (2019). *Trudnosti i perspektivy cifrovoj transformacii obrazovaniya*. Moscow: National Research University "Higher School of Economics". (In Russ.).

Vavilov, N.A. (2020). Komp'yuter kak novaya real'nost' matematiki. CHasti I, II, III. *Komp'yuternye instrumenty v obrazovanii*. Parts I, II, III. (In Russ.).

Vygotskij, L. S. (1982). *Instrumental'nyj metod v psihologii*. Sobr. soch. v 6 t. T. 1. URL: http://elib.gnpbu.ru/text/vygotsky ss-v- 6tt t1 1982/go,108;fs,1/(In Russ.).

We teach to learn. URL: https://learntolearn.ru/ node/134.