**Проблемы повышения качества школьного математического образования и формирования математической культуры[[1]](#footnote-1)**

**Введение**

В предлагаемой статье делается попытка поиска сближения путей решения двух актуальных задач школьного математического образования (мы включаем сюда и информатику, поскольку она неразрывно связана с математикой и базируется на математических знаниях):

- формирование у учащихся глубоких знаний, основ математического мышления и необходимых умений и навыки в решении математических задач по основным разделам школьного курса математики (а, значит, достаточно ограниченных по тематике и предметному содержанию из-за недостатка времени и возрастных психофизиологических характеристик развития учеников);

- формирование у учащихся основ математической культуры – значительно более широкой задачи.

Понятно, что решение первой задачи формирует только основные элементы математической культуры учащегося. Поэтому, возникает вопрос – какие еще личностные качества целесообразно в этом отношении развивать и какой дополнительный учебный материал для этого потребуется? И не менее важный вопрос – как это можно сделать в условиях существующих временных и психофизиологических ограничений.

В настоящее время консолидированного мнения по этим вопросам нет. Вместе с этим, одно из направлений расширения математической культуры учащихся связано с попытками формирования у них представлений о таких важных разделах высшей математики и способах их применения в решении учебных и практических задач, как дифференциальное и интегральное исчисление, стохастика, дискретная математика.

Наиболее полно эта задача решена пока только при введении в школьный курс математики понятий предела и производной функции, хотя некоторые вопросы требуют дополнительной проработки. Не вызывает сомнения, что данные разделы должны изучаться в школе, тем более, что понятие производной существенно используется в курсе физики.

По вопросу включения остальных элементов высшей математики в школьную программу общепринятая позиция ещё не сформирована. Возможно, ответ на этот вопрос мы найдем в результате разработки и экспериментальной апробации соответствующих разделов школьного курса.

Понятно, что необходимого учебного времени на формирование умений и навыков в решении задач, в том числе практических, по этим разделам математики не будет.

Но если после изучения отмеченных разделов математики в долговременной памяти школьников не останется хотя бы общих представлений о новых математических понятиях и о возможностях их использования в учебной или практической деятельности, то столь дорогое учебное время будет потрачено напрасно.

Таким образом, хотя деятельностный и развивающий подходы к изучению математики являются наиболее продуктивными, в рассматриваемых условиях их невозможно использовать в полной мере. На наш взгляд, можно попытаться решать эту задачу на пути ассоциативно-репродуктивного подхода. В этом случае придётся задействовать все возможные резервы, в том числе и резервы памяти.

Поскольку всё, что используется нашим сознанием «в процессе мышления», по-видимому, извлекается из памяти, то, скорее всего, там содержится не только предметная информация, но и запечатлены "технологии или процессы" мышления и использования знаний, в том числе умения и навыки. В этом отношении, наша память – черный ящик, который надо основательно изучать и использовать.

Несомненно, данный тезис также важен и при реализации принципов развивающего образования. Участие обучаемого в процессе формирования в его сознании новых для него понятий должно опираться на знания (информацию + умение её использовать) о ранее сформированных понятиях, а также об объектах, участвующих в формировании новых понятий, содержащиеся в его долговременной памяти.

В свою очередь, ассоциативно-репродуктивные механизмы позволяют наиболее эффективно закреплять информацию в долговременной памяти. Скорее всего, это справедливо и для формирования умений в использовании информации, которые имеют принципиальное значение для деятельностного (развивающего) подхода.

В частности, на наш взгляд, без органичного сочетания деятельностного (развивающего) и ассоциативно-репродуктивного походов эффективно решать проблемы формирования математической культуры в процессе получения общего образования практически невозможно.

Иллюзией является и стремление только за счет образования подготовить человека к развитию и работе в условиях экспоненциального роста объемов информации и знаний, необходимых для эффективной ориентации в окружающем мире. К сожалению, психофизиологический потенциал каждого индивидуума весьма ограничен и нет оснований полагать, что темпы его роста с развитием человечества позволят разрешить всё обостряющееся противоречие между информационными потребностями и возможностями человека. Как уже отмечалось в [11], без развития соответствующих систем искусственного интеллекта решить эту проблему, скорее всего, невозможно.

**1. Математическое образование и формирование математической культуры**

Как уже было отмечено во введении, одной из важнейших задач школьного математического образования, наряду с получением необходимых для дальнейшего обучения или профессионального труда знаний, умений и навыков в области математики, является задача формирования у детей, подростков и молодежи математической культуры и основ математического мышления, то есть возможности ориентироваться в «мире» современной математики, использовать этот «мир» для своего развития и разнообразной практической деятельности.

В данной статье мы не будем углубляться в обоснование актуальности формирования у каждого субъекта «цифрового общества» отмеченных качеств, проводить детальный анализ понятий «математическая культура» и «математическое мышление». Имеется обширная научная и образовательная литература по этой проблематике, различные трактовки приведенных понятий, различные подходы к формированию соответствующих личностных качеств.

За годы бурного развития, математика, как наука, превратилась в весьма обширную область знаний с многочисленным «набором» математических объектов, глубоко разработанными направлениями и методами их изучения. Зачастую, представители различных направлений математических исследований испытывают значительные сложности в понимании результатов исследований и используемого математического аппарата и языка своих «соседей по математическому цеху».

При этом существенно дифференцируется и ментальность исследователей. Например, одним важно обладать хорошо развитой геометрической интуицией, другим она практически не помогает и им нужна хорошая ориентация в абстрактных алгебраических объектах и понятиях, практически всем нужно уметь грамотно проводить численные вычисления и т.д.

В этих условиях сформировать понятия «математическая культура» и «математическое мышление» весьма сложно. Формулировки понятий, которые можно будет применять для всей математики в целом, должны носить настолько общий характер, что использовать их в решении конкретной задачи будет неэффективно – надо будет дополнительно проводить целое исследование для «наполнения» этого понятия информацией, необходимой для решения задачи.

Поэтому, мы в настоящей статье будем использовать совокупности различных личностных качеств, характерных для данных понятий в рассматриваемой ситуации.

Как уже отмечалось во введении, в последние годы делаются попытки включить в содержание математической культуры школьников возможность ориентации в таких важных разделах высшей математики и способах их применения в решении учебных и практических задач, как дифференциальное и интегральное исчисление, стохастика, дискретная математика.

В статье делается попытка разобраться с вопросом: как и в какой степени общеобразовательная школа может решать данные задачи в условиях дефицита учебного времени и ограничений психофизиологического характера в развитии детей и подростков? Мы рассмотрим методологические подходы к решению стоящих задач, сформулируем ряд предложений методического характера.

Несмотря на то, что сейчас нет общепринятого определения понятия математическая культура, тем не менее, практически все её основные компоненты (личностные свойства) перечислены в научных работах и достаточно подробно изучены. Необходимо отметить, что в зависимости от объектов исследования используются разные наборы этих компонент (математическая культура школьника, студента-гуманитария, студента-педагога или студента-инженера, бакалавра или магистра и т.п.).

В работе [1] рассматриваются многие определения, используемые в сфере образования, и приводится свод компонент математической культуры, встречающихся в них.

Наиболее часто исследователями включаются в понятие математической культуры следующие компоненты, непосредственно связанные с изучением математики:

математические знания;

математические знания, умения и навыки;

математическое мышление;

математический язык, в том числе представление о математическом тезаурусе;

методы математики, использование всего разнообразия средств математики, представление о философии математики;

математическое моделирование как метод познания научной картины мира.

математическое самообразование.

Также часто встречаются следующие компоненты, связанные с математикой более опосредовано, влияющие на процессы изучения других учебных дисциплин или позволяющие человеку лучше ориентироваться в окружающем мире:

компоненты, представляющие такие личностные качества как логическое, и алгоритмическое мышление, вычислительные способности, культура вычислений, пространственная ориентация и геометрическая интуиция, память, способность к рассуждению, скорость восприятия информации и принятия решения, готовность к творческому саморазвитию и рефлексии;

информационные навыки, необходимые члену информационного общества, в том числе умение организовывать и использовать средства вычислительной техники;

выделение человеком математической ситуации из всего разнообразия ситуаций в окружающем мире, математизация эмпирического материала, построение математической теории (модели), применение математической теории.

При этом подчеркивается значительный потенциал положительного влияния изучения математики на когнитивное развитие личности, формирование мировоззрения, ценностей и мотивации, профессионального мышления и коммуникативных способностей, нравственного и эстетического развития, познавательно-информационных запросов.

Анализ показывает, что определяющим для формирования математической культуры является комплекс математических знаний, а также умений и навыков в использовании этих знаний при решении различных учебных и практических задач.

Существенную роль в этих процессах играют наличие математического мышления, представления о возможных направлениях и способах использования достижений современной математики, заинтересованности в изучении математических дисциплин.

Сформировав у обучаемого данный комплекс компонент математической культуры мы, тем самым, обеспечим возможность формирования и остальных компонент, рассмотренных выше.

В дальнейшем, мы будем рассматривать, в основном, базовое (массовое) школьное математическое образование. Отметим только, что многие обсуждаемые положения будут справедливы и для «продвинутого», профильного математического образования, но их реализация будет иметь определенную специфику.

Таким образом, для эффективной организации школьного математического образования, с учетом возрастных особенностей и уровня психофизиологического развития обучаемых и в рамках установленных нормативов времени для классной и домашней учебной нагрузки, ключевыми являются следующие задачи:

- отбор базовых для образования математических знаний (важнейших понятий, разделов и содержания «классической» и «современной» математики);

- разработка и использование в учебном процессе методов и методик, позволяющих максимально раскрыть потенциал обучаемых в формировании понятий, используемых в курсе школьной математики, и освоении необходимого объема знаний;

- формирование умений и навыков в учебном и практическом применении базовых знаний (решение математических задач и проведение обоснований или доказательств математических утверждений, включаемых в образовательные программы, а также проведение геометрических построений, построение простейших математических моделей, поиск необходимых для этого данных в информационных сетях и базах данных);

- формирование у детей, подростков и молодежи интересов и стимулов к изучению математических дисциплин.

Данные задачи постоянно находились и находятся в центре внимания ученых и педагогов, занимающихся проблемами повышения эффективности школьного математического образования. Можно сказать, что до последней реформы математического образования подходы к их решению не вызывали больших разногласий, за исключением второй задачи – она в таком виде еще не ставилась

Вместе с этим, процессы значительного ускорения научно-технического прогресса, повышения роли математических методов в решении многих задач управленческого, экономического, социального, технического и технологического характера, в том числе, обусловленное широким использованием компьютеров и различных информационных сетей, потребовали существенного повышения качества математического образования и формирования многих элементов математической культуры практически у каждого человека.

Таким образом, возникла необходимость внесения соответствующих изменений в курс школьной математики. В первую очередь, стояла задача повышения научного уровня преподавания математики в общеобразовательной школе и обновление содержания учебного курса – внесения в него ряда основополагающих элементов таких важных разделов высшей математики как дифференциальное и интегральное исчисление, теория вероятностей и математическая статистика, некоторых разделов комбинаторики.

Последняя реформа математического образования преследовала решение данных задач. Мы здесь не будем проводить анализ положительных итогов и допущенных просчетов, поскольку до сих пор в научной и образовательной литературе эти вопросы активно обсуждаются (см., например, [2,3]). Отметим только, что существенное сокращение в дальнейшем учебного времени, отводимого на изучение школьного курса математики, значительно усложнило ситуацию с качеством математической подготовки учащихся и ограничило возможность эффективного решения ключевых задач, которые были перечислены выше.

Одновременно, актуальность повышения качества математических знаний и развития математической культуры у широких слоев общества постоянно увеличивается в связи с курсом нашего государства на научно-техническое, технологическое и цифровое ускоренное развитие экономики и социальный сферы.

Как уже нами отмечалось, приоритетным остается направление формирования комплекса знаний, умений и навыков по наиболее важным, базовым разделам математики. Но даже если удастся, используя Поручение Президента РФ от 31 декабря 2020 г. N Пр-2242 "Перечень поручений по итогам конференции по искусственному интеллекту" в части преподавания математики и информатики в общеобразовательных организациях, увеличить время, выделяемое на изучение курса математики и информатики, решить стоящие задачи в полном объеме не получится в связи с их сложностью.

Поэтому важно находить дополнительные резервы, позволяющие повысить эффективность математического образования.

Несомненно, что одним из таких резервов является разработка и использование в образовательном процессе новых методов и методик, основанных на цифровых и сетевых технологиях. Вместе с этим, мы должны осознавать, что при обучении детей и подростков возможности применения данных образовательных технологий значительно ограничены психофизиологическими особенностями развития подрастающего поколения. Более того, допустимые границы использования цифровых технологий в этом возрасте изучены недостаточно глубоко и нужна осторожность в их использовании.

На наш взгляд, существенным резервом для развития математической культуры школьников может стать решение ещё одной, пятой ключевой задачи:

- разработка методов и методик обучения (учения), обеспечивающих закрепление необходимой информации (знаний) в долговременной памяти учащихся, содержащейся в тех разделах математики, по которым не планируется учебное время, достаточное для формирования соответствующих умений и навыков.

Данная задача ранее в таком виде не ставилась и требует серьёзного изучения и обсуждения. Возможно, её решение позволит найти приемлемые способы введения в содержание школьного курса математики некоторых разделов интегрального исчисления, стохастики и дискретной математики.

Поскольку, при изучении школьного курса физики существенно используется понятие производной, то изучение понятий предела и производной в курсе школьной математики должно происходить с отработкой хотя бы минимальных умений и навыков вычислений.

Здесь мы рассмотрим возможные направления решения данной ключевой задачи. С этой целью обратимся к некоторым разделам психологии, изучающим проблемы закрепления и сохранения в памяти человека информации (знаний), в первую очередь, в долговременной памяти.

Отметим, что практически все положения и выводы, приведенные в настоящей статье, применимы и при решении остальных ключевых задач, но они наиболее важны для поиска решений пятой задачи.

**2. Психология памяти**

В общепринятой классификации основных видов памяти выделяются следующие: образная (зрительная), словесно-логическая, эмоциональная и двигательная. Не вызывает сомнений, что основополагающими для изучения математики являются два первых вида – образная и словесно-логическая.

Напомним, что мы рассматриваем базовое математическое образование и поэтому нас, главным образом, интересуют методы и методики обучения, эффективные для любого типа ментальности учащегося, которые могут быть реализованы практически любым учителем. Понятно, что творческий учитель может повысить эффективность образовательного процесса дополняя «поточные» технологии обучением школьников различным приемам мнемотехники, внося в учебный процесс элементы эмоциональности и учитывая при работе с конкретными учащимися их ментальные характеристики.

К сожалению, при обучении детей и молодежи в «массовой» школе на это рассчитывать не приходится, и мы вынуждены ориентироваться на «поточные» методы и методики. Для значительной индивидуализации процесса обучения при массовом образовании школьников необходимо существенно увеличить долю образования в государственных и муниципальных бюджетах, что пока не реально.

Не вызывает сомнений, что, если мы будем использовать для закрепления информации (знаний) в долговременной памяти только методы повторения, мы в решении пятой задачи далеко не продвинемся. Даже если процесс повторения будет осуществляться не только на основе узнавания, но и с использованием метода воспроизведения, реконструкции.

На наш взгляд, мы должны исходить из следующего важнейшего положения психологии памяти: «память означает использование и участие предыдущего опыта в настоящем поведении, с этой точки зрения память и в момент закрепления реакции, и в момент ее воспроизведения представляет собой деятельность в полном смысле этого слова» [4, с. 180].

Согласно деятельностной концепции памяти, протекание процессов запоминания, сохранения и воспроизведения определяется тем, какое место занимает данный материал в деятельности субъекта. Поэтому максимальный эффект достигается, в тех случаях, когда процесс усвоения знаний сопровождается формированием умений навыков их использования.

Решая пятую задачу мы лишены такой возможности и поэтому нужны другие подходы, в том числе анализ использования других видов деятельности, доступных с точки зрения временных возможностей. В этом отношении целесообразно детализировать виды деятельности, применение которых возможно при изучении нового материала (см., например, [5]).

Рассматривая память как действие, при котором происходит введение в его структуру внешнего средства действия (внешнее средство – вещественное, знаковое или символическое делает запоминание предметным действием) мы должны учитывать это положение уже на начальном этапе, когда происходит запечатление (кодирование) информации в кратковременной (рабочей) памяти.

По-видимому, на этом этапе осуществляется не только процесс кодирования, но уже устанавливаются некоторые ассоциативные и смысловые связи между различными блоками поступающей информацией, между новой информацией и ранее запечатленной. Более того, процессы, протекающие в кратковременной памяти, находятся под непосредственным контролем человека, могут быть выбраны произвольно и управляют потоком информации в системе памяти.

Так Бэддели [6] предположил, что кратковременная (рабочая) память (КП) представляет собой сложную и гибкую систему, состоящую из отдельных компонентов: центрального процессора, осуществляющего сложные преобразования информации (благодаря которым КП участвует в процессах мышления, понимания, научения) и двух обслуживающих блоков, а именно, артикуляционной (или фонологической) петли и визуально-пространственной матрицы (ВПМ). Обслуживающие блоки снимают с центрального процессора часть функций по хранению информации (рутинная работа), позволяя направить освободившиеся емкости на ее обработку (творческая работа).

В [7] ставится задача проведения психофизиологических и педагогических исследований, направленных на поиск оптимальной интеграции различных форм представления информации (визуальной, иллюстративной, медиа, использования динамических экранных систем, символьной и цифровой, структурно-логической, погружения в виртуальное пространство, текстовой, включая чтение обычного текста, в том числе книг на бумажных носителях, использования аудиоинформации и т.д.). Понятно, что эта задача наиболее актуальна при использовании в образовании цифровых аппаратных и программных средств.

Несомненно, что при дидактически правильном выборе сочетания различных форм представления информации можно повысить эффективность и запечатления информации в кратковременной памяти и сохранения её в долговременной памяти. Потому важно использование разных форм представления информации в учебном процессе, в том числе одной и той же.

Например, Ф. Кликс полагает, что способность к переходу от одной формы представления к другой представляет собой важный источник творческих возможностей человека. Связи и трансформации, которые при одной форме представления информации могут быть замаскированы, после смены представления становятся очевидными, что может привести к быстрому решению проблемы.

В силу сквозного характера памяти запоминание должно происходить комплексно по всей ассоциативной цепочке (образы, символы, слова, формулы и т.п.). с использованием и образной (зрительной), и словесно-логической памяти.

При этом важно учитывать следующее положение, приведенное С.Л. Рубинштейном в «Основах общей психологии»: «Все зависит … от того, как организовано и на что направлено действие субъекта, в ходе которого совершается запоминание. Поэтому и непреднамеренное, непроизвольное запоминание может не быть делом только случая. Его можно косвенно, опосредствованно регулировать. <…> Встает, таким образом, … задача – организовать учебную деятельность так, чтобы существенный материал запоминался учащимся и тогда, когда он занят, по существу им, а не его запоминанием. Это много сложнее, но и много плодотворнее, чем постоянно требовать от учащихся произвольного запоминания» [8, с. 273].

Обратимся теперь к долговременной памяти.

Поскольку математика сама является универсальным языком, то не вызывает сомнений, что определяющую роль в математическом образовании играет семантическая память, являющаяся составной частью эксплицитной памяти. Семантическая память связана с познанием мира и содержит систематизированное знание о словах и других языковых символах, их значениях, о том, к чему они относятся, о взаимоотношениях между ними, о правилах, формулах и алгоритмах манипулирования этими символами, понятиями и отношениями.

Многие психологи считают, что семантическая память построена по типу тезауруса (словаря, в котором максимально полно представлены все слова языка с исчерпывающим перечнем примеров их употребления в текстах) и приобретается в течение длительного времени. При этом, выделяются следующие факторы, имеющие важное значение для фиксации следа в долговременной памяти: привычность информации, вызванная её многократным повторением; наличие некоторого контекста при запоминании, когнитивного или эмоционального; мотивация запоминания; изучение информации в различных контекстах и с различных точек зрения.

Ф. Крейк и Р. Локхарт считают, что след памяти является побочным продуктом перцептивной переработки, а длительность хранения – функцией глубины перцептивного анализа. Перцепция (восприятие) понимается ими как процесс, проходящий несколько стадий: от первичного анализа поверхностных сенсорных качеств через распознавание и сопоставление отдельных признаков до выделения семантических ассоциативных связей. Понятно, что прохождение этих стадий способствует длительному сохранению информации.

Рассмотрим теперь процессы памяти, к которым относят запоминание (запечатление, кодирование), сохранение и забывание, а также воспроизведение (актуализацию, возобновление) информации. С точки зрения поиска решения пятой ключевой задачи нам важны все эти процессы, возможно, за исключением забывания. Важны только факторы забывания: неизменяемость информации, неиспользование информации и ее характер, интерференция, подавление (мотивированное забывание) и возраст субъекта. Несомненно, что эти факторы должны учитываться в дидактике.

При поиске решений пятой задачи также необходимо учитывать возможные формы организации долговременной памяти: пространственная, линейная (последовательная), ассоциативная (кластерная) и иерархическая.

В условиях недостатка учебного времени на глубокую проработку учебного материала по какому-то разделу математики, наибольший эффект запоминания в долговременной памяти необходимой информации, скорее всего, можно будет достичь с использованием ассоциативной (кластерной) формы. По-видимому, наиболее существенную роль должны играть смысловые ассоциации.

На наш взгляд, при изучении какого-либо математического понятия (объекта) в памяти формируется кластер, связанный с информацией о тех или иных свойствах различных объектов, участвующих в формировании понятия.

Под кластером мы понимаем организованную (подсознанием или сознанием) совокупность каких-либо связей между нейронами или отделами головного мозга. Термин «организованная» здесь используется для того, чтобы подчеркнуть, что сознание (возможно и подсознание) может находить и использовать этот кластер, как только мозг начинает оперировать с информацией об объектах, связанных с изучаемым понятием.

Например, когда мы рассматриваем или формируем новое понятие или вводим новое определение, наше сознание (подсознание) начинает обращаться к объектам, информация о которых запечатлена в долговременной памяти, определяя возможность отнесения их к объектам, удовлетворяющим сформулированным требованиям.

Таким образом, в сознании начинает формироваться новый кластер, происходит «предметное наполнение» понятия, и оно может дополняться новой информацией исходя из свойств рассматриваемых объектов. Данный процесс может продолжаться и в дальнейшем, по мере появления в памяти информации о новых объектах. То есть кластер при продолжении исследовательского или образовательного процесса может расширяться (развиваться).

Скорее всего кластер не локализован в пространстве, а является распределенным, поскольку в формировании этих связей может участвовать информация о различных математических объектах, которая может храниться в различных отделах головного мозга.

При этом, связи между объектами выявляются сознанием (или подсознанием) на основе информации о них и различных ассоциаций (лексических, символьных, графических, геометрических и т.п.) и, затем, запоминаются в долговременной памяти за счет формирования соответствующих связей между нейронами или отделами головного мозга. Первоначально в этом процессе задействуется большое количество объектов, ранее запечатленных в памяти (т.е. различные кластеры, организованные в долговременной памяти)

С одной стороны, если на предыдущих этапах исследования или обучения уже были достаточно глубоко изучены некоторые математические факты и положения, которые должны участвовать в формировании нового понятия или нового положения, то информация о них, хранящаяся в долговременной памяти, должна использоваться произвольно или непроизвольно при сравнении с информацией о новых объектах. Естественно, методика формирования нового понятия должна учитывать эти процессы.

Далее, надо постараться обнаружить возможные ассоциации с содержанием других учебных предметов, либо с личным жизненным опытом учащихся и использовать их в изучении нового раздела.

Таким образом, для запоминания учебного материала без достижения необходимого уровня умений и навыков работы с этим материалом, необходимо установить максимально возможный набор ассоциаций, опирающихся на информацию, содержащуюся в долговременной памяти ученика, с учетом приведенных выше рассуждений.

Также при подготовке учебного материала целесообразно учитывать следующее свойство запоминания информации, открытое американским психологом Дж. Миллером: скорость запоминания сообщения зависит от его длины, а не от количества информации, которую оно содержит. Сообщения, содержащие разное количество информации, но являющиеся одинаковыми по длине – одинаково запоминаемые.

Используя это свойство, можно формировать процессы обучения, в которых короткие сообщения будут включать большое количество информации.

Затем ученик должен уже самостоятельно осуществляя репродуктивный процесс (повторение), осмысление обнаруженных ассоциаций, возможно используя мнемонические приемы и мотивацию закрепить этот материал в памяти.

Важно организовать учебный процесс таким образом, чтобы материал для запоминания преподносился в различных контекстах и на разных уровнях проработки, и тем самым обеспечить прочное закрепление знаний и быстрое извлечение их из долговременной памяти.

**3. Теория и практика**

Исходя из рассмотренных выше общих подходов к решению всех ключевых задач, возможно построение различные методических систем, потенциально обеспечивающих решение этих задач. С точки зрения методологии построения или выбора наиболее эффективной системы и её практической реализации нужно создать, по крайней мере, два следующих условия:

- организовать проведение педагогических экспериментов, позволяющих выявить достоинства и недоставки разрабатываемых методических систем и возможность широкого их использования в практической деятельности, а также детально проработать методологию и методику проведения данных экспериментальных работ;

- сформировать систему оценки эффективности используемых методических систем.

Общие вопросы организации и проведения педагогических экспериментов, в том числе, в области математического образования, рассматривались нами ранее в [9,10]. С учетом этих работ, после определения основных положений интересующей нас методической системы, нужно будет разработать цели, задачи и методику проведения эксперимента, выбрать соответствующие образовательные организации и с ними детально проработать методические и организационные вопросы и спланировать проведение работ.

В ходе эксперимента целесообразно проанализировать эффективность усвоения учащимися элементов высшей математики, включенных в школьную программу, а также при наличии разработанного учебно-методического обеспечения для изучения в школе некоторых разделов интегрального исчисления, стохастики и дискретной математики, провести его апробацию с целью определения возможности включения данных разделов в школьный курс.

Также важно изучить эффективность преподавания разделов элементарной математики, по которым есть существенные претензии преподавателей высшей школы к качеству знаний, умений и навыков выпускников общеобразовательных школ.

При условии участия в экспериментальной работе специалистов в области психологии и возрастной физиологии. бы интересно начать следующую серию исследований и экспериментов (см. [11,12]:

проведение психофизиологических и педагогических исследований, направленных на поиск оптимальной интеграции различных форм представления информации при использовании компьютерных систем в обучении детей и подростков на различных этапах обучения;

проведение цикла педагогических экспериментов, которые позволят получить объективные данные и научно-обоснованные рекомендации для разработчиков образовательных цифровых технологий, методик, учебно-методических материалов и учебников нового поколения в плане оптимальной интеграции различных форм представления информации.

В качестве основы системы оценок эффективности мы предлагаем организовать систематическое проведение тестирования и анализ остаточных знаний по всем разделам курса школьной математики. Вопросы организации такого тестирования и первый вариант тестов достаточно подробно рассмотрены в [5,13] и мы интересующихся отсылаем к этим работам.

Автор глубоко благодарен академику РАО В.С. Лазареву за ценные обсуждения при подготовке настоящей статьи.

**Литература**

1. Галынский В.М., Гаркун A.С., Кисель Н.К., Позняк Ю.В., Самохвал B.В., Шваркова Г.Г. Математическая культура субъекта образовательного процесса: опыт системного анализа. Образование и педагогическая наука: Труды Национального института образования. Сер. "Математическое и естественнонаучное образование". Минск. 2007. С. 29-48.

2. Подуфалов Н.Д., Дураков Б.К. Математическое образование в контексте методологических проблем развития российской системы образования // Педагогика. 2018. № 7. С.3-12.

3. Подуфалов Н.Д. О проблемах реализации концепции развития математического образования. Информационные технологии в математике и математическом образовании: материалы VII Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Красноярск, 14-15 ноября 2018 г. / В.Р. Майер (отв. ред.); ред. кол.; Краснояр. гос. пед. ун-т им. Астафьева. – Красноярск. 2018. 9 С.

4. Выготский Л. С. Педагогическая психология / под ред. В.В. Давыдова. М.: Педагогика, 1991.

5. Дураков Б.К., Кравцова О.В., Майер В.Р., Подуфалов Н.Д. О содержании школьного математического образования и разработке учебников нового поколения по математике. Известия РАО.2021. В печати.

6. Бэддели А. Ваша память. Руководство по тренировке и развитию. М.: Изд-во ЭКС МО-Пресс, 2001.

7. Подуфалов Н.Д. К вопросу развития дидактики в условиях цифровой трансформации общества. Педагогика. 2021. № 2. С. 5-23.

8. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СП б.: Изд-во «Питер», 1999.

9. Подуфалов Н.Д. Педагогический эксперимент в школьном математическом образовании. Актуальные проблемы качества математической подготовки школьников и студентов: методологический, теоретический и технологический аспекты: материалы VII Всероссийской c международным участием научно-методической конференции. Красноярск, 10–11 ноября 2020 г. / отв. ред. М.Б. Шашкина; ред. кол.; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2020. С 35-40.

10. Лазарев В.С., Подуфалов Н.Д. О некоторых актуальных задачах проведения педагогических экспериментов в области общего образования // Педагогика. 2020. № 6. С. 24-34.

11. Подуфалов Н.Д. Проблемы развития дидактики в условиях цифровой трансформации и сетевого взаимодействия. Коллективная Монография. Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2021. В печати.

12. Подуфалов Н.Д. К вопросу развития дидактики в условиях цифровой трансформации общества. Педагогика. 2021. № 2. С. 5-23.

13. Кравцова О.В., Дураков Б.К. Математика – 2921 (Тесты по математике). Труды Международной научно-практической интернет-конференции «Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе». МПГУ. Москва, 19–25 апреля 2021 года.

1. Работа поддержана Красноярским математическим центром, финансируемым Минобрнауки РФ в рамках мероприятий по созданию и развитию региональных НОМЦ (Соглашение 075-02-2020-1534/1). [↑](#footnote-ref-1)