

## ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ В ЦИФРОВОМ ОБЩЕСТВЕ

**Клековкин Г.А., кандидат физико-математических наук, доцент,  
Самарский филиал ГАОУ ВО г. Москвы «Московский городской  
педагогический университет», Самара  
klekovkun\_ga@mail.ru**

*Аннотация.* Вскрываются некоторые негативные тенденции в умственном развитии ребенка в период онтогенеза в условиях глобального цифрового общества, рассматривается их влияние на процесс обучения математике в школе и вузе.

*Ключевые слова:* обучение математике, умственная деятельность, цифровые технологии, системы компьютерной математики, системы динамической геометрии.

## MATHEMATICAL EDUCATION IN DIGITAL SOCIETY

**G.A. Klekovkin, candidate of science, assistant professor,  
Samara Affiliate of Moscow City Pedagogical University, Samara  
klekovkun\_ga@mail.ru**

*Abstract.* The article reveals some of the negative tendencies within a child's mental development during the ontogenesis period under conditions of global digital society. Their impact on the process of mathematical education in schools and universities is under consideration.

*Keywords:* mathematical education, mental activity, digital technology, computer Algebra systems, dynamic Geometry systems.

Диалог внучки и бабушки:

- Бабушка, а какой у тебя был мобильник, когда ты была такая, как я?
- Внученька, в то время даже слова «мобильник» еще не было.
- Бабушка, а планшет у тебя был какой?
- И планшетов тогда тоже не было.
- Бабушка, а ты динозавров помнишь?

*Анекдот*

1. Начиная с 2007 года [4] почти все сообщения автора на заседаниях данного семинара были так или иначе связаны с применением информационных технологий в обучении математике. Эти сообщения отражали определенный опыт, постепенно накапливаемый в результате внедрения систем компьютерной математики и систем динамической геометрии в процесс преподавания различных математических курсов главным образом будущим учителям информатики и математики. За прошедшее десятилетие качественно обновились сами электронные средства обучения математике, появилось достаточно большое количество русскоязычных учебно-методических пособий по работе с ними, существенно выросло число научных публикаций, посвященных использованию новых инструментов математической деятельности в обучении математике в школе и вузе. Всё это внушало некоторый оптимизм и надежду на то, что новые средства обучения действительно позволят осуществить качественный прорыв в практике обучения математике. Одновременно с этим приходилось наблюдать стремительное падение общего уровня математической подготовки выпускников средней школы, утрату ими многих интеллектуальных качеств, необходимых для успешного обучения в вузе.

Первоначально причины этих негативных тенденций виделись в научной необоснованности и профессиональной неподготовленности подходов и мероприятий, с помощью которых пытались вести модернизацию школьного и вузовского образования (впрочем, эти причины тоже нельзя сбрасывать со счетов). Однако достаточно скоро стало ясно, что основные причины кроются в том, что умственное развитие и формирование интеллекта детей, родившихся и выросших в мире современной цифровой информационной техники и технологий, происходит совершенно иначе, чем проходило до эпохи всеобщей компьютеризации. Особенно заметно это стало после прихода в вуз поколения Net (сетевое поколение), выросшего в условиях, когда Интернет стал неотъемлемой и естественной частью нашей повседневной жизни. Мы стали свидетелями наступления нового этапа в природе функционального и онтогенетического развития человеческой психики и интеллекта, о котором писал психолог О. К. Тихомиров в середине прошлого века [1]. Современные информационные технологии не только дополняют и расширяют возможности человека, а коренным образом преобразуют содержание, структуру и стиль его умственной деятельности, детский мозг (и наш тоже) невольно приспосабливается к ним, формируясь и развиваясь в неизвестном пока нам направлении. Сегодня в учебные заведения пришли «другие» ученики, и учить их надо как-то иначе. Но как? Удовлетворительных ответов на этот важнейший для нас вопрос в настоящее время не существует.

2. Снижение общего уровня обученности выпускников средней школы и отрицательное воздействие глобальной информатизации на формирование головного мозга, а в конечном итоге на умственное развитие ребенка в период онтогенеза с каждым годом становятся всё более заметными. Чтобы понять, как купировать эти негативные явления, в работе [2] была предпринята попытка вскрыть их причины. В ней рассматриваются побочные отрицательные эффекты от использования гипертекстовых, мультимедийных и сетевых технологий, а также информационных инструментальных средств автоматизации повседневной и профессиональной деятельности. В частности, обсуждаются такие проблемы обучения в цифровом обществе как снижение у представителей сетевого поколения собственной познавательной активности, сокращение объема рабочей памяти, отсутствие установок на длительное запоминание воспринимаемой информации, фрагментарность и бессистемность наличных знаний, отсутствие каких-либо четких представлений о границах собственного знания и незнания, абсолютное доверие к любой информации, размещенной в Сети и т. д.

Цифровые технологии внедряются в практику отечественного образования гораздо позднее, чем это произошло во многих других странах мира. Поэтому, казалось бы, чтобы понять, как вести обучение в новых непривычных условиях, достаточно обратиться к опыту зарубежных специалистов. Однако их мнения, выводы и рекомендации оказались крайне противоречивыми.

Ярые апологеты внедрения в обучение цифровых технологий по большей части голословно утверждают, что в цифровом обществе утрата способностей к традиционному фундаментальному образованию может быть не отрицательной, а положительной тенденцией в развитии мозга. По их мнению, перечисленные негативные явления в развитии мозга являются таковыми лишь с точки зрения традиционной психолого-педагогической науки, что предметные системные знания, которые мы привыкли давать в школе и вузе, новому поколению становятся ненужными, что они только засоряют нашу память огромным количеством второстепенной невостребованной информации, блокирующей истинные творческие способности человека. Также голословно утверждается, что в высшем образовании университеты в их нынешнем виде устарели, что подлинной инфраструктурой знания становится Интернет и т. д. Медийные педагоги-предметники во многом пока ещё сами заняты освоением открывшихся возможностей в представлении учебного материала, а при внедрении разрабатываемых электронных учебных ресурсов и технологий в процесс обучения почти не задумываются о возможных негативных последствиях.

Большинство же публикаций зарубежных специалистов, посвященных изучению влияния цифровых технологий на детское развитие, лишь подтвердило собственные дилетантские наблюдения. В их исследованиях обычно отмечается, что представители сетевого поколения всё меньше читают и запоминают, предпочитая мимоходом потреблять готовую информацию, причем совмещая этот процесс с другими занятиями (многозадачный режим). Сетевое поколение часто

называют поколением «нашел, скачал, вставил». Стремительно растет число публикаций, описывающих новые виды болезненных зависимостей и их следствия (синдром дефицита внимания, зависимости от компьютерных игр и Интернета (Google-эффект), цифровое слабоумие). Неудивительно, что в тех странах, где массовое внедрение цифровой техники и технологий началось гораздо раньше, чем у нас, родители в семьях с высоким уровнем образования стали ограничивать общение детей с различными гаджетами и даже запрещать пользоваться ими до определенного возраста.

Наиболее сильное впечатление осталось от прочтения книги [5] немецкого нейробиолога и практикующего врача-психиатра Манфреда Шпитцера, которая стала результатом его собственных научных поисков и обобщения большого количества исследований по воздействию цифровых технологий на развитие мозга, выполненных учеными различных стран мира. Автор достаточно убедительно обосновывает, что цифровые технологии – благо только для тех, кто имеет хорошую образовательную подготовку, для них они действительно становятся инструментом для получения и развития новых знаний. Однако на детей, у которых мозг ещё полностью не сформировался, они могут оказать пагубное влияние. Так, например, пользование ребенка компьютером в раннем дошкольном возрасте может приводить к нарушению внимания, а в старшем – к затруднениям при чтении. В школьном возрасте у подростков, постоянно пользующихся компьютером, наблюдаются растущая социальная изоляция и агрессивность, а легкость общения с информацией не приучает их трудиться, т. к. акцент смещается на удовольствие и т.д. Отношение Шпитцера к использованию компьютера и сетевых информационных технологий в обучении хорошо выражает следующая цитата: «Компьютер обрабатывает информацию. Люди, которые учатся, – тоже. Из этого делается неверный вывод, что компьютеры – идеальные инструменты для обучения. Однако именно потому, что компьютеры, ноутбуки и смартборды делают умственную работу *за нас*, для обучения они не годятся. Обучение предполагает *самостоятельную* умственную работу: чем активнее и глубже мозг обрабатывает информацию, тем лучше она будет усвоена. Использование СМИиК в системе образования ведет к формированию у детей поверхностного мышления. Нет достаточных доказательств, чтобы утверждать, будто современная цифровая техника улучшает обучение в школе» [5, с. 83]. Следует, правда, заметить, что Шпитцер рассматривает главным образом влияние на развитие мозга компьютера как такового и сетевых технологий. Однако познакомиться с его книгой полезно любому педагогу, который занимается внедрением цифровых технологий в практику обучения.

**3.** Вся умственная и внешняя предметная деятельность человека неразрывно связана с автоматизмами и автоматизацией. В психологии автоматизмами называют действия, которые в знакомых ситуациях реализуются непосредственно, без участия сознания. Автоматизмы освобождают сознание от постоянного контроля над осуществлением многократно повторявшихся ранее операций, входящих в состав целостного сложного действия. Разгружая сознание человека, они тем самым неизмеримо увеличивают его творческие возможности. В основе же технического и технологического прогресса, результаты которого стали для нас настолько естественными и привычными, что мы их просто перестали замечать, лежит создание всё новых и новых средств автоматизация внешней предметной деятельности. Причинами этих процессов автоматизации являются биологические и социальные потребности человека в экономии затрат, энергии, времени и т. п.

Одним из важнейших условий осознанной человеческой деятельности является продуктивный диалог её внутреннего и внешнего планов. Внутренняя мыслительная деятельность, происходя из внешней, не отделяется от последней и не становится над ней. Внешний план деятельности не только является источником умственного развития, но и постоянно служит его дополнительной внешней опорой. Выход умственной деятельности во внешний план может быть обусловлен вполне естественным желанием избавиться себя от напряженной внутренней активности. Стоит вспомнить, как школьники перестают выполнять простейшие вычисления в уме после того, как их научили это делать на бумаге. В проблемных ситуациях и при решении действительно трудных задач внешний план может служить источником новых идей и регулятором внутренних умственных действий. Вспомним, например, процесс решения геометрических задач. Поэтому неудивительно, что

человечество всегда мечтало не только о средствах автоматизации физического труда, но и о средствах автоматизации во внешнем плане своей мыслительной деятельности. Сегодня это время наступило. Так, с появлением различных информационных инструментальных средств для численных и символьных вычислений реализовалась многовековая мечта людей, чья профессиональная деятельность так или иначе связана с математикой, – автоматизировать умственную математическую деятельность во внешнем плане.

Наиболее широкое распространение среди математиков и специалистов, имеющих дело с математическим моделированием, а также при преподавании математики в вузах и учреждениях среднего профессионального образования получили различные системы компьютерной математики (СКМ). Эти мощные инструменты математической деятельности, с одной стороны, освобождают пользователя при решении знакомых стандартных задач от «ручных» рутинных и порой достаточно громоздких вычислений. В этом случае система выполняет функцию замещения; пользователь может даже не знать реализованных в ней алгоритмов; чтобы получить нужный результат, ему достаточно корректно ввести исходные данные. Сформировать технические навыки использования СКМ при решении подобных задач достаточно просто, в крайнем случае, пользователь всегда может обратиться к справочнику системы. С другой стороны, система может выполнять функции дополнения. В данном случае речь идет о применении СКМ при решении незнакомых и исследовательских задач. На этапе поиска решения пользователь, обращаясь к функциональным возможностям системы, может, например, визуализировать аналитические данные в графической форме, оперативно проверить возникшую гипотезу, изменить параметры или коэффициенты в уравнении и т. п. Он может, наконец, разработать собственный алгоритм и написать его программную реализацию на языке системы, расширяя и дополняя тем самым ее функциональные возможности. Системы компьютерной математики, таким образом, являются инструментом, который существенно автоматизирует традиционную математическую деятельность и открывает широкие возможности для экспериментирования, поднимая математический эксперимент на качественно новый уровень. Среди школьных учителей математики наибольшей популярностью пользуются системы динамической геометрии или, что более точно, интерактивные динамические системы (ИДС). При решении учебных математических задач эти системы также могут выполнять функции замещения и дополнения.

За рубежом новые средства математической деятельности практически сразу стали активно и целенаправленно внедряться в процесс обучения математике. У нас же, даже не смотря на появление подобных программных средств в свободном доступе, их внедрением пока увлечены отдельные педагоги-энтузиасты. Вместе с тем, как показывают опросы нынешних первокурсников, более 70 % из них ещё в школе регулярно пользовались при выполнении домашних заданий различными онлайн-калькуляторами и решателями. Можно, конечно, ещё долго не замечать этого стихийного «самообучения». Можно всякий раз, когда заходит речь об использовании новых средств автоматизации математической деятельности в обучении, вспоминать издержки от внедрения в нашу жизнь обычного калькулятора. (Кстати, многократно приходилось наблюдать, что люди, не получившие в школе навыков выполнения численных вычислений без калькулятора, не испытывают от этого никакого дискомфорта.) Можно также успокаивать себя тем, что вся математика, изучаемая в школе и в различных вузовских курсах, создавалась задолго до появления новых средств математической деятельности, а затем на основании этого утверждать, что к формированию полноценных знаний, умений и навыков у обучающихся и развитию у них соответствующих способностей ведет только традиционное преподавание с бумагой и мелом (ручкой). Для тех, кто придерживается этой точки зрения, хочется заметить, что развитие познания – это не только приращение знаний, но и развитие средств их получения, в том числе инструментальных.

Информационные инструментальные среды во многих сферах человеческой деятельности становятся в настоящее время обыденным явлением, не замечать этого при организации обучения уже просто невозможно. Сказанное, разумеется, относится и к использованию в обучении средств автоматизации математической деятельности. Сразу же, однако, вспоминаются отрицательные эффекты технического и технологического прогресса. С каждым годом человек попадает во всё более и более глубокую зависимость от создаваемых им самим технических разработок и технологий;

нередко он уже ни физически, ни психологически не способен отказаться от соблазнов, которые несут эти новшества. Если до недавнего времени мы главным образом были обеспокоены нарушениями функций человеческого организма в результате сокращения двигательной активности, то сегодня, как было отмечено выше, особую тревогу вызывают трансформации в умственной деятельности. Поэтому при внедрении СКМ и ИДС в обучение математике нужно постоянно заботиться о том, чтобы этот процесс не стал причиной ещё одной болезненной зависимости.

Хорошо известно, что в любом деле с помощью одного и того же инструмента одни могут создавать истинные шедевры, а другие – заурядный ширпотреб. При использовании СКМ и ИДС происходит то же самое, при этом уровень задач, решение которых пользователь передает компьютеру, напрямую зависит от уровня его математической подготовки. Обратную зависимость можно наблюдать при обучении математике: применение СКМ и ИДС в учебном процессе существенно влияет на качество математического образования обучаемых, причем не всегда в лучшую сторону. Если, например, педагог при использовании средств автоматизации математической деятельности в ходе обучения будет задействовать их только для замещения «ручных» вычислений, то зависимость от этих средств наверняка сформируется у большинства обучаемых. То же самое может произойти при злоупотреблении в обучении готовыми динамическими моделями и манипуляторами.

Для того чтобы этого не произошло, обучающиеся должны быть содержательно готовы к сознательному знакомству с новыми для них инструментами автоматизации математической деятельности, при этом они должны иметь определенный «ручной» опыт выполнения передаваемых системе численных или символьных вычислений. При изучении и применении функций систем предпочтение следует отдавать задачам, при решении которых учащемуся вначале требуется самостоятельно найти решение, опираясь на хорошее знание теоретического материала, и только после этого выполнить трудоемкие и громоздкие вычисления. На начальном этапе изучения СКМ и ИДС в отдельных случаях системы можно использовать для проверки результатов «ручных вычислений». Еще важнее научить обучающегося использовать системы в качестве инструмента, дополняющего и расширяющего поисковую и исследовательскую деятельность.

Пока основное внимание большинства авторов руководств и учебных пособий по внедрению в обучение различных систем компьютерной математики главным образом концентрируется вокруг описания функций и возможностей этих систем, а в качестве иллюстративных примеров выбирается решение задач, предназначенных для традиционной отработки вычислительных умений и навыков. В некоторых отношениях гораздо дальше продвинулись некоторые учителя, энтузиасты внедрения в обучение математике интерактивных динамических систем. В их публикациях и разработках можно найти интересные примеры реализации функции дополнения. Теоретическое осмысление исследовательского обучения на базе ИДС представлено в коллективной монографии [6].

Уверен, что уже скоро средства автоматизации математической деятельности будут на плановой основе представлены в отечественной средней и высшей массовой школе. Поэтому в заключение ещё раз хочется вернуться к мысли о необходимости разработки новой типологии учебно-математических задач [4], которая позволит всесторонне представить их функциональные возможности.

### Литература

1. «Искусственный интеллект» и психология / Отв. ред. О. К. Тихомиров. М.: Наука, 1976. 343 с.
2. Клековкин Г. А. Проблемы обучения в условиях открытого информационного пространства / Г. А. Клековкин // Образование и наука. – № 7, 2014. – С. 4-23.
3. Клековкин Г. А. Система задач в условиях использования в обучении мультимедийных технологий / Г. А. Клековкин // Задачи в обучении математике: теория, опыт, инновации: Материалы Всероссийской научно-практ. конф., посвященной 115-летию П.А.Ларичева. – Вологда: Русь, 2007. – С. 43-49.
4. Клековкин Г. А. Средства автоматизации математической деятельности в школьном обучении / Г. А. Клековкин // Новые средства и технологии обучения математике в школе и вузе:

материалы XXVI Всероссийского семинара препод. математики ун-тов и педвузов. – Самара; М.: СФ МГПУ, МГПУ, 2007. – С. 191-193.

5. Шпитцер М. Антимозг: цифровые технологии и мозг / М. Шпитцер – М.: АСТ, 2014. – 288 с.

6. Экспериментальная математика в школе. Исследовательское обучение: коллективная монография / М.В. Шабанова, Р.П. Овчинникова, А.В. Ястребов и др. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. – 300 с.