

**Подлипский О.К.**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И**  
**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ШКОЛЬНИКОВ**

Подлипский Олег Константинович, кандидат физико-математических наук, доцент  
Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Долгопрудный, Россия  
E-mail: ok@phystech.edu

*Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью модернизации математической подготовки школьников в русле ключевых тенденций развития образования: глобализации, цифровизации и старения населения. На основе анализа определены концептуальные идеи, которые обеспечивают развитие современных математических теорий, и представлена совокупность ключевых элементов, составляющих базу современной математики: структуры, свойства, действия, абстракции, отношения, поведение и альтернативы. Проблема исследования заключается в определении основ проектирования системы математического образования, ориентированного на получение учащимися широкого представления о математике как феномене культуры, языке науки и наборе инструментов для реальной жизни. Цель исследования состоит в описании путей модернизации математической подготовки школьников в русле цифровизации и практической ориентированности образования. В процессе исследования использовались следующие методы: изучение и анализ литературных источников, теоретическое моделирование и проектирование. Одним из наиболее значимых проявлений тенденции цифровизации в математическом образовании является использование интерактивных геометрических сред. Их технические и методические возможности позволяют организовать процесс обучения математике на основе исследовательского подхода, что выражается в самостоятельном выдвижении учащимися гипотез в процессе экспериментирования с геометрическими объектами, созданными в интерактивной геометрической среде. Обоснована необходимость включения в математическую подготовку школьников математической грамотности как одного из важных ее результатов. Определены необходимые изменения в содержании математической подготовки посредством создания системы специальных, компетентностно-ориентированных заданий.*

**Ключевые слова:** математическое образование, развитие образования, цифровизация, интерактивные геометрические среды.

**Для цитирования:** Подлипский О.К. Современные тенденции развития образования и математическая подготовка школьников // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2020. Вып. 1(44). С. 94-102. DOI: 10.24411/2078-1024-2020-11009.

**Podlipsky O.K.**  
**MODERN TRENDS OF EDUCATION DEVELOPMENT AND**  
**MATHEMATICAL TRAINING OF SCHOOLCHILDREN**

Podlipsky Oleg Konstantinovich, Candidate of Physics and Mathematics, an associate professor

Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Dolgoprudny, Russia

E-mail: ok@phystech.edu

*The relevance of the research is due to the need to modernize mathematical training of schoolchildren in line with the key trends in the development of education: globalization, digitalization and population aging. Conceptual ideas ensuring the development of modern mathematical theories have been identified on the basis of the analysis, and a set of key elements that make up the base of modern mathematics have been presented: structures, properties, actions, abstractions, relationships, behavior and alternatives. The research problem is to determine the foundations of designing a system of mathematical education, focused on students gaining a broad understanding of mathematics as a cultural phenomenon, a language of science and a set of tools for real life.*

*The purpose of the study is to describe ways to modernize the mathematical preparation of schoolchildren in the mainstream of digitalization and the practical orientation of education. In the research process the following methods have been used: study and analysis of literary sources, theoretical modeling and design. One of the most significant manifestations of the digitalization trend in mathematical education is the use of interactive geometric environments. Their technical and methodological capabilities make it possible to organize the process of teaching mathematics on the basis of a research approach, which is expressed in students independently putting forward hypotheses in the process of experimenting with geometric objects created in an interactive geometric environment. The necessity of including mathematical literacy as one of its important results in the mathematical preparation of schoolchildren has been justified. The necessary changes in the content of mathematical training have been determined by creating a system of special, competency-based tasks.*

**Key words:** *mathematical education, development of education, digitalization, interactive geometric environments.*

**For citation:** Podlipsky O.K. Modern trends of education development and mathematical training of schoolchildren // Vestnik Maykopskogo Gosudarstvennogo Technologi-cheskogo Universiteta. 2020. Issue 1(44). P. 94-102. DOI: 10.24411/2078-1024-2020-11009.

В январе 2019 г. Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) был опубликован доклад [1], посвященный проблемам современного образования и определению мегатенденций, влияющих на его будущее.

*Глобализация.* Основным фактором ее влияния на образование является прогнозируемое увеличение среднего класса. Это вызывает необходимость обеспечить качественное образование большему количеству людей с учетом их потребностей и модернизировать систему высшего образования для привлечения лучших студентов. Также следует принимать во внимание рост международной мобильности и большой приток студентов из всех слоев общества, что порождает проблему неоднородности, которая, в свою очередь, может привести к неравенству в благосостоянии и вызвать политические и социальные волнения.

*Цифровизация.* Результаты международного исследования PISA (Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся) доказывают, что интенсивное проникновение Интернета в процесс обучения школьников приводит к снижению качества образования. При этом необходимо учесть пользоваться

преимуществами новых инструментов и технологий, одновременно решая проблемы, связанные с кибербезопасностью. Поэтому задачей образования является стимулирование учащихся к изучению предметов STEM (наука, технология, инженерия и математика). По мнению Андреас Шлейхер, директора по образованию и навыкам в ОЭСР, «дилемма в образовании заключается в том, что такие вещи, которым легко обучать и тестировать, также стало легко оцифровывать, автоматизировать и передавать на аутсорсинг. Нам нужно больше задумываться о том, как человеческие навыки дополняют искусственный интеллект компьютеров, чтобы в итоге мы получили людей первого сорта, а не роботов второго сорта» [2].

*Старение населения.* Наблюдаемый рост продолжительности жизни, который стабильно наблюдается в странах ОЭСР, может привести к нестабильности на рынке труда и необходимости постоянной переквалификации и повышения квалификации. Это требует от систем образования создания условий для обучения в течение всей жизни, а также формирования у подрастающего поколения функциональной грамотности, в том числе, цифровой грамотности и навыков критического мышления, и не только для молодых студентов. Тем не менее, во многих странах пожилые люди не обладают достаточными навыками для управления сложной цифровой информацией.

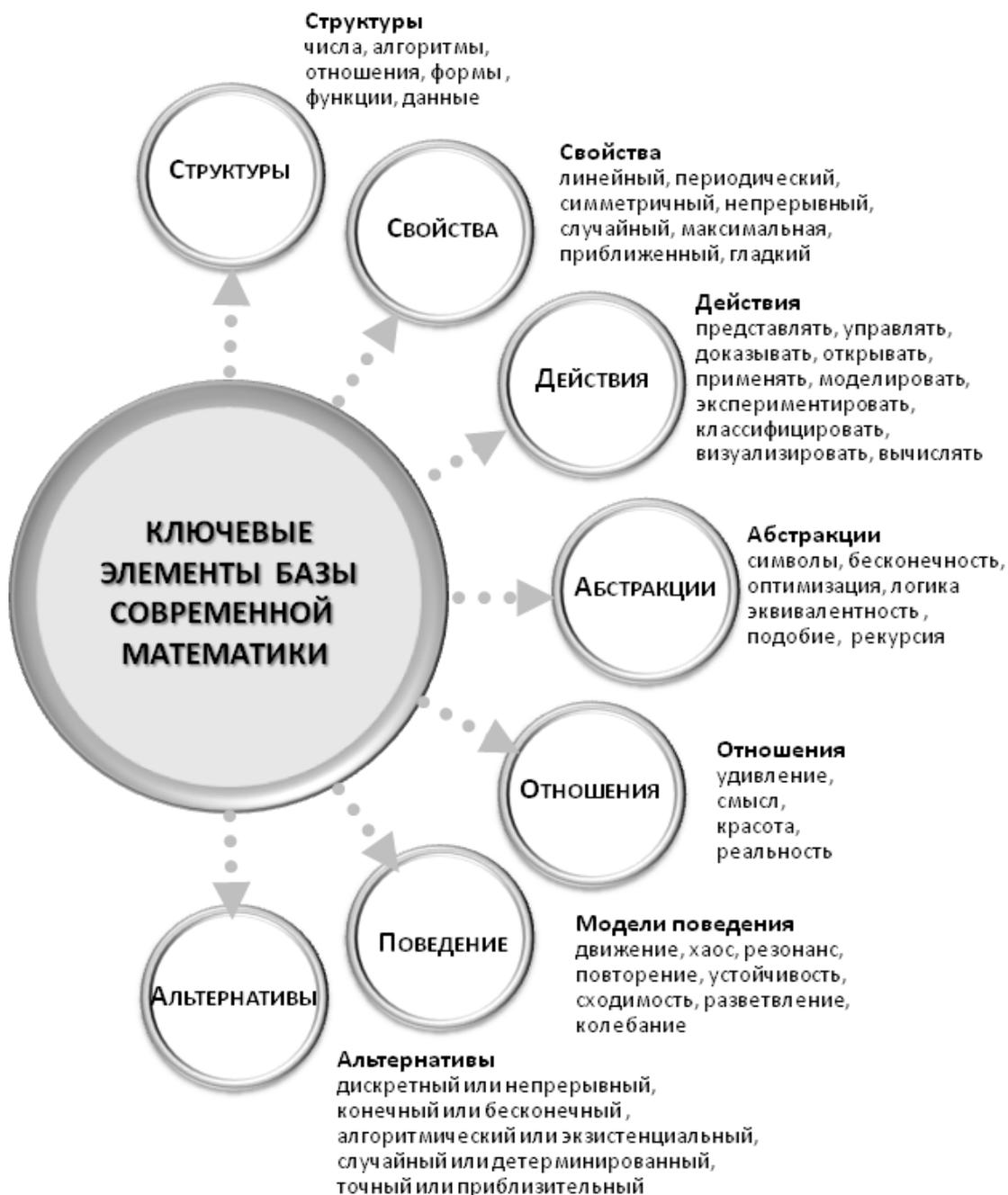
Рассмотрим, как перечисленные мегатенденции определяют изменения в содержании школьного математического образования.

Математика традиционно выступает как наука о числе и форме, а акцент в ее преподавании на арифметике и геометрии является многовековой традицией. Фундаментальные исследования в области математики и расширение границ ее применения инициировали появление новых математических теорий, таких как теория групп, статистика, теория оптимизации и управления и др. Математика становится не только языком науки, но и важным инструментом для банковского дела, социальных наук и медицины. Цифровые технологии также значительно расширили роль математики в науке, бизнесе и технике. Очевидно, что современные школьники, которые будут жить и работать в обществе, где компьютер используется в качестве основного инструмента, должны изучать математику, отличную от их предшественников. Традиционная школьная практика, насчитывающая несколько веков, уже не может адекватно подготовить учащихся к математическим потребностям XXI века.

Разработка нового содержания школьного курса математики должна осуществляться с учетом потребностей реальной жизни и требований будущей профессии. Кроме арифметики, алгебры и геометрии, которые традиционно составляют основы школьной математики, следует учитывать и те важные идеи, которые обеспечивают развитие современных математических теорий. В исследовании Л. Стинга [3] была предложена совокупность ключевых элементов, составляющих базу современной математики, которая должна учитываться при проектировании системы математического образования (рис. 1).

Использование данной совокупности позволяет дать учащимся более широкое представление о математике как феномене культуры, языке науки и наборе инструментов для реальной жизни. Не вызывает сомнения, что включение описанной совокупности в школьное математическое образование может стать хорошим мотиватором для учащихся к изучению математики в разных проявлениях, в том числе для будущей профессии.

Одним из наиболее значимых проявлений тенденции цифровизации в математическом образовании является распространение новых инструментов для визуализации математических структур – интерактивных геометрических сред (ИГС), которые «представляют собой программный продукт образовательного назначения, позволяющий создавать динамические изображения математических объектов и использовать эти изображения для исследования их свойств» [4].



**Рис. 1.** Совокупность ключевых элементов, составляющих базу современной математики (по Л. Стину [3])

Первые две среды появились в конце восьмидесятых годов XX века. Cabri Géomètre была разработана группой студентов под руководством Жан-Мари Лаборде. The Geometer's Sketchpad создана в США Николасом Джакеем.

Сегодня наиболее популярными в системе математического образования являются три среды.

- The Geometer's Sketchpad («Блокнот Геометра»), русифицирована Институтом Новых Технологий (г. Москва) и в России известна под названием «Живая математика»;
- GeoGebra (geometry + algebra), созданная Маркусом Хохенвартером (Австрия), русифицирована, имеет открытый код и возможность бесплатного использования.
- Математический Конструктор, российская программа, созданная сотрудниками компании 1С.

Перечисленные программные продукты активно развиваются и широко применяются в системе образования.

Использование интерактивных геометрических сред обеспечивает динамизацию геометрических объектов – создание моделей геометрических объектов на чертежной плоскости таким образом, что при изменении их положения сохраняются некоторые соотношения между элементами [4].

Многие операции в интерактивных геометрических средах имеют тот же алгоритм действий, что и операции на листе бумаги, в частности, построение прямой, проходящей через две точки, окружности заданного радиуса с центром в точке и т.д., что позволяет организовать обучение математическим понятиям в процессе освоения чертежных инструментов ИГС.

Выделяют следующие методические возможности интерактивных геометрических сред [4].

1. Осуществление поэтапного перехода от наглядно-действенного (наглядно-образного) типа мышления к словесно-логическому.
2. Органичное сочетание наглядно-эмпирического и дедуктивного способов освоения геометрии.
3. Обучение деятельности по математическому моделированию.
4. Реализация дифференцированного и индивидуального подходов к обучению геометрии.
5. Развитие познавательного интереса и мотивации у учащихся.
6. Повышение доли и роли самостоятельной работы в процессе обучения.

Технические и методические возможности ИГС позволяют организовать процесс обучения математике на основе исследовательского подхода. Это выражается в обеспечении условий для самостоятельного выдвижения учащимися гипотез, которые учащиеся формулируют в процессе экспериментирования с геометрическими объектами, созданными в интерактивной геометрической среде.

Кроме использования ИГС, цифровизация также влияет на процесс организации обучения математике, предоставляя новые возможности для самостоятельной работы, сотрудничества, исследовательской и проектной деятельности и др.

На тенденцию старения населения математическое образование реагирует формированием математической грамотности, под которой понимается способность индивидуума формулировать, применять и интерпретировать математику в разнообразных контекстах [5].

Вектор направленности математического образования на формирование математической грамотности задает Международное исследование PISA, которое с 2000 г. проводит Организация экономического сотрудничества и развития в сотрудничестве с ведущими международными научными организациями и национальными центрами с 2000

года. В исследовании принимают участие страны, входящие в ОЭСР и страны, взаимодействующие с ней. Каждый год количество стран, принимающих участие в PISA, растет. Исследование PISA, которое является мониторинговым, позволяет выявлять и сравнивать изменения, происходящие в национальных системах образования, оценивать эффективность стратегий их развития.

Включение математической грамотности как одного из важных результатов математической подготовки школьников определяет изменения в ее содержании и инициирует создание системы специальных, компетентностно-ориентированных заданий. Суть их заключается в том, чтобы «погрузить» учащегося в жизненную ситуацию (контекст), в решение реальных проблем с использованием математического аппарата. Компетентностно-ориентированные задания позволяют подготовить учащихся к пониманию того, как предметные знания становятся функциональными, востребованными для жизни и будущей профессии. В качестве контекста используются различные ситуации, социально и личностно близкие учащимся. К ним относятся организация различных поездок, экскурсий, совершение покупок, выбор гаджетов и др. В компетентностно-ориентированных заданиях используются различные вопросы, для ответа на которые необходимо продемонстрировать умения формулировать, применять и интерпретировать математику. Следует отметить, что компетентностно-ориентированные задания вполне отвечают как Концепции развития математического образования в РФ [6], так и ФГОС ООО [7] и ФГОС СОО [8], в которых ставится задача достижения новых образовательных результатов, соответствующих современным запросам личности, общества и государства.

Мы рассмотрели несколько наиболее существенных, на наш взгляд, изменений в системе математического образования, вызванных глобальными тенденциями. Не вызывает сомнения, что перечисленные тенденции вызывают необходимость многих трансформаций математического образования, обеспечивающих возможности получения таких знаний, которые будут востребованы на протяжении жизни и в будущей профессии. В частности, требуется системная работа по включению в содержание школьного математического образования компетентностно-ориентированных задач, которые уже встречаются в учебно-методических пособиях и современных учебниках [9], а также заданиях математических олимпиад [10].

#### *Литература:*

1. Boosting adult learning essential to help people adapt to future of work [Electronic resurs]. URL: <http://www.oecd.org/newsroom/boosting-adult-learning-essential-to-help-people-adapt-to-future-of-work.htm>.
2. Шлейхер А. Образование мирового уровня. Как выстроить школьную систему XXI века? Книга об успешных реформах и высоких результатах. М.: Национальное образование, 2019.
3. Steen L.A. Chapter 6. The Future of Mathematics Education // Gutierrez A., Voero P. (Editors) Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education. Past, Present and Future [Electronic resurs]. Режим доступа: <http://www.ascd.org/publications/curriculum-handbook/409/chapters/The-Future-of-Mathematics-Education.aspx>.
4. Сергеева Т.Ф., Шабанова М.В., Гроздев С.И. Основы динамической геометрии. М.: АСОУ, 2016. 147 с.

5. PISA: официальный сайт Центра оценки качества образования [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.centeroko.ru/pisa12/pisa12\\_res.html](http://www.centeroko.ru/pisa12/pisa12_res.html).
6. Концепция развития математического образования в Российской Федерации [Электронный ресурс]: утв. Распоряжением Правительства РФ от 24.12.2013 №2506-р). Режим доступа: <http://government.ru/docs/9775/>.
7. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс]: утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.12.2010 №1897) // Официальный сайт «Российской газеты». Режим доступа: <http://www.rg.ru/2010/12/19/obrstandart-site-dok.html>.
8. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования [Электронный ресурс]: утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 №413) // Официальный сайт «Российской газеты». Режим доступа: <http://www.rg.ru/2012/06/21/obrstandart-dok.html>.
9. Сергеева Т.Ф. Математика на каждый день. 6-8 классы: учебное пособие. М.: Просвещение, 2020. 112 с.
10. Агаханов Н.Х., Подлипский О.К. Муниципальные олимпиады Московской области по математике. М.: МЦНМО, 2019. 400 с.

#### *Literature:*

1. Boosting adult learning essential to help people adapt to future of work [Electronic resource]. URL: <http://www.oecd.org/newsroom/boosting-adult-learning-essential-to-help-people-adapt-to-future-of-work.htm>.
2. Schleicher A. World-class education. How to build a school system of the XXI century? The book is about successful reforms and high results. М.: National Education, 2019.
3. Steen L.A. Chapter 6. The Future of Mathematics Education // Gutierrez A., Boero P. (Editors) Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education. Past, Present and Future [Electronic resource]. Access Mode: <http://www.ascd.org/publications/curriculum-handbook/409/chapters/The-Future-of-Mathematics-Education.aspx>.
4. Sergeeva T.F., Shabanova M.V., Grozdev S.I. Fundamentals of dynamic Geometry. М.: ASOU, 2016. 147 p.
5. PISA: official website of the Center for Educational Quality Assessment [Electronic resource]. Access mode: [http://www.centeroko.ru/pisa12/pisa12\\_res.html](http://www.centeroko.ru/pisa12/pisa12_res.html).
6. The concept of development of mathematical education in the Russian Federation [Electron resource]: approved by the order of the Government of the Russian Federation dated December 24, 2013 No. 2506-r). Access mode: <http://government.ru/docs/9775/>.
7. Federal state educational standard of basic general education [Electronic resource]: approved by the order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated December 17, 2010 No. 1897) // Official site of the “Russian Newspaper”. Access mode: <http://www.rg.ru/2010/12/19/obrstandart-site-dok.html>.
8. The federal state educational standard of secondary (complete) general education [Electronic resource]: approved by the order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated 17.05.2012 No. 413) // Official site of the “Russian Newspaper”. Access mode: <http://www.rg.ru/2012/06/21/obrstandart-dok.html>.
9. Sergeeva T.F. Mathematics for every day. Grades 6-8: study guide. М.: Education, 2020. 112 p.

10. Agakhanov N.Kh., Podlipsky O.K. Municipal olympiads in Mathematics in the Moscow region. M.: ICMMO, 2019. 400 p.