

# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 37.02

В. А. Тестов

## ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Аннотация.* В статье обсуждаются аспекты реализации принятой правительством России в конце 2013 г. Концепции развития математического образования в Российской Федерации. Согласно этому документу, главной проблемой данной предметной области является низкая учебная мотивация школьников и студентов, которая вызвана недооценкой математических знаний для дальнейшего стабильного и безопасного существования общества, перегруженностью программ и оценочных материалов техническими элементами и устаревшим содержанием. По мнению автора статьи, решить эту проблему можно только на основе кардинального пересмотра содержания обучения математике, приблизив его к современной науке. В последние годы возникли новые важные научные разделы математики: теория графов, дискретная математика, теория кодирования, фрактальная геометрия и др. Эти направления обладают большим методологическим, развивающим и прикладным потенциалом. Однако новые, по сути, революционные знания почти никак, за редким исключением, не отразились ни на вузовской, ни на школьной программах по математике. Предлагаются пути преодоления разрыва между значимыми научными достижениями и педагогической практикой: разработка и внедрение учебных курсов дискретной математики, формирующих умения и навыки находить оптимальные способы моделирования в самых разных сферах деятельности, изучение в школах и вузах фрактальной геометрии, многозначной логики, теории графов и теории кодирования. Вместе с тем ряд чисто технических вопросов, тем и разделов можно, по мнению автора, исключить из программ без особого ущерба для развития математического мышления. В заключительной части статьи подчеркивается, что проблемы мотивации изучения математики и обновления содержания дисциплины не могут быть решены без подготовки квалифицированных учителей математики.

*Ключевые слова:* мотивация к изучению математики, содержание обучения, фундаментальность содержания, дискретная математика, фрактальная геометрия, подготовка учителей.

*Abstract.* The paper discusses basic implementation aspects of the Mathematical Education Development Concept, adopted by the Russian Government in 2013. According to the above document, the main problems of mathematical education include: low motivation of secondary and higher school students for studying the discipline, resulted from underestimation of mathematical knowledge; and outdated educational content, overloaded by technical elements. In the author's opinion, a number of important new mathematical fields, developed over the last years, - the graph theory, discrete mathematics, encoding theory, fractal geometry, etc - have a large methodological and applied educational potential. However, these new sub-disciplines have very little representation both in the secondary and higher school mathematical curricula. As a solution for overcoming the gap between the latest scientific achievements and pedagogical practices, the author recommends integration of the above mentioned mathematical disciplines in educational curricula instead of some outdated technical issues. In conclusion, the paper emphasizes the need for qualified mathematical teachers' training for solving the problems of students' motivation development and content updates.

*Keywords:* motivation for studying mathematics, learning content, fundamental content, discrete mathematics, fractal geometry, teachers' training.

Математическое образование сегодня приобрело исключительную значимость и как элемент современной культуры, и как средство развития интеллектуальных качеств подрастающего поколения, и как гарантия конкурентоспособности России в XXI веке, и как необходимая составляющая безопасности страны. Это предметное направление образования может стать своеобразным «рычагом», который в добрых и умных руках педагога многое «переворачивает» в юном сознании и формирует личность ученика, позволяя ему лучше ориентироваться в современном нестабильном мире.

То, что математика занимает особое место в науке, культуре и общественной жизни и является одной из важнейших составляющих мирового научно-технического прогресса, подчеркивается в Концепции развития математического образования в Российской Федерации, принятой в конце 2013 г. руководством страны и размещенной 27 декабря на интернет-портале «Российской газеты». Согласно тексту этого документа, понятие «ребенок, не способный к математике» должно исчезнуть из лексикона учителей, родителей, школьников и общества в целом. Однако, чтобы это произошло, нужно преодолеть серьезные недостатки, накопившиеся в образовании в предшествующие десятилетия.

Социальные изменения последнего времени обострили проблемы обучения математике, среди которых на первом месте низкая учебная мотивация освоения данной дисциплины школьниками и студентами, обусловленная недооценкой в общественном сознании качественных знаний по этому предмету, перегруженностью учебных программ, а также оценочных и методических материалов техническими элементами и устаревшим содержанием.

В исследовании М. А. Родионова указываются выявленные на основе опросов учащихся факторы, отрицательно сказывающиеся на отношении к изучению математики:

- решение большого количества задач со сложными выкладками (70% учеников);
- скучный и незэмоциональный характер предмета (65%);
- необходимость постоянной опоры на прошлый опыт (60%);
- большое количество непонятных терминов, символов, определений, которые нужно запомнить (65%) [4].

Наиболее часто нелюбовь к математике вызывают методы и формы преподавания ее определенных разделов, в частности тригонометрии (особенно работа с обратными тригонометрическими функциями), что еще раз подтверждает тесную связь мотивации с наполнением содержания математического образования, которое во многом остается формальным и оторванным от жизни.

Феномен предметной избирательности мотивации по отношению к математической деятельности был выявлен еще в 1960-е гг. в результате психологических экспериментов В. А. Крутецкого [1, с. 384]. Необходимость учета особенностей предметного содержания при внедрении тех или иных педагогических технологий подчеркивалась многими известными методистами. В частности, А. А. Столяр указывал, что вызвать интерес к предмету, очевидно, нельзя пробудить без учета специфики последнего, и эта педагогическая проблема решается по-разному в различных учебных дисциплинах [5, с. 238].

Таким образом, основной педагогической задачей при изучении математики в общеобразовательной школе становится развитие учебной мотивации. Многие исследователи в качестве ведущего мотива учебно-познавательной деятельности выделяют познавательный интерес, который можно определить как когнитивно-мо-

тивационное состояние личности, связанное с потребностью познания, направленное на овладение его содержанием и способами и проявляющееся в положительно эмоционально окрашенной, избирательной, активной деятельности.

К числу факторов, определяющих положительное отношение к математике, учащиеся, согласно опросам М. А. Родионова, относят

- возможность подумать при решении нестандартных задач (50% учащихся);
- решение занимательных задач, осуществление исторических экскурсов, получение научно-популярной информации (60% учащихся);
- необходимость получения математических знаний для продолжения образования (48% учащихся средних классов и 79% старшеклассников);
- осознание объективности, доказательности, точности и универсальности математики (40% учащихся средних классов и 55% старшеклассников) [4].

Тот же исследователь выявил, что относительно предъявления учебной информации и школьники, и студенты-математики отдают предпочтение символическим и графическим формам, нежели вербальным. Это связано с таким действенным способом развития познавательного интереса, как наглядность обучения. Для активизации интереса могут использоваться и другие известные приемы: занимательность; стимулирование творчества, проявления инициативы и самостоятельности в познании; создание позитивной психологической атмосферы, ситуаций успеха. Однако этих вполне обоснованных и проверенных практикой классических приемов недостаточно при изучении математики.

В современных условиях в основной школе интерес к математике должен поддерживаться многообразием ее приложений, а также компьютерными моделями и инструментами. Для этого следует обновить содержание дисциплины, сохраняя его целостность.

Целостность содержания обучения достигается лишь при динамическом балансе всех компонент его триады: фундаментальности, гуманистической ориентации и практической (прикладной, профессиональной) направленности. В истории образования име-

лись попытки нарушения данного баланса, в частности выдвижения на первый план практики. Однако все подобные новшества заканчивались неудачей, ибо скоро становилось очевидным разрушение фундаментальности знаний [5].

Фундаментализация образования и коррекция его содержания в сторону более тесной связи с современной наукой обусловлена прежде всего стратегическим характером такого подхода и необходимостью генерирования отложенных знаний. Именно традиция фундаментальности, сложившаяся еще до революции и, к счастью, не утраченная в советское время, была сильной стороной российского образования, хотя сейчас делаются энергичные попытки ее разрушить в угоду утилитарному, коммерческому образованию.

Содержание математического образования должно быть ориентировано не столько на узко понимаемые сегодняшние потребности, сколько на стратегические перспективы, на широкое применение в современном обществе математических моделей. Оно должно быть максимально приближено к современной науке. В математике возникли новые важные разделы, требующие внедрения как в вузовскую, так и в школьную программу: теория графов, теория кодирования, фрактальная геометрия, теория хаоса и др. Эти направления обладают большим методологическим, развивающим и прикладным потенциалом. Однако высказываемые в печати целым рядом крупных ученых и педагогов современности призывы и предложения относительно назревшей потребности обновления школьного курса математики, включения в него новых важных математических идей и освобождении его от некоторых технических и архаичных вопросов вызывают протест представителей так называемой «абитуриентской математики» и обвинения в попытке нарушить традиции отечественной математической школы [5].

В истории образования содержание школьного курса математики неоднократно менялось. И любое изменение всегда сопровождалось острыми дискуссиями, подтверждающими болезненность и неоднозначность вопроса, большой разброс мнений ученых, педагогов и учителей.

Так, часто встречаются утверждения, что обучение школьной математике – это культурно-историческая традиция, которая пе-

редается из поколения в поколение (классический пример – евклидова геометрия); что школа все равно не примет радикальных новшеств и рано или поздно вернется к испытанным способам трансляции культурных образцов прошлого – поэтому реформы проводить нецелесообразно.

С такой точкой зрения нельзя согласиться. Математическая культура как часть общечеловеческой культуры, не есть что-то застывшее, она все время развивается. Разумеется, к традициям следует относиться бережно, но нужно учитывать и прогрессивные научные достижения. Важно только правильно решить вопрос о соотношении традиций и новаций. Неизбежность совершенствования и обновления педагогических систем вроде бы ни у кого не вызывает сомнений. Но на практике инновации и традиции нередко оказываются на двух разных полюсах мира образования, хотя и те, и другие должны в равной мере служить ориентирами для педагогической науки и практики.

Обновление содержания математического образования обусловлено двумя факторами: развитием математики как науки и изменением требований общества к подготовке выпускников школ и вузов. Отбор содержания должен основываться как на высокой математической культуре, так и на методически выверенной стратегии, а также на принципах построения учебного материала в соответствии с возрастными особенностями учащихся и на сбалансированном соотношении потребностей развития личности с потребностями практики.

Если сравнивать динамику математики как науки и как учебного предмета, нетрудно заметить, что развитие первой идет преимущественно равномерно, а изменение второго происходит скачками. Время от времени возникает существенный разрыв между математикой-наукой и учебной дисциплиной «математика», который неизбежно приходится сокращать. Так, вопросы о кардинальном обновлении математического образования, повышении его научного уровня, включении в школьную программу свежих для своего времени идей аналитической геометрии и анализа активно обсуждались на I и II Всероссийских съездах преподавателей математики в 1912 и 1915 г. Огромный разрыв науки и педагогической практики, явственно обнаружившийся в середине XX столе-

тия, стал основной причиной реформы математического образования во всех странах. В нашей стране эта реформа получила название «колмогоровской». Последней крупной реорганизацией содержания математического школьного курса стало включение в него элементов теории вероятности, хотя разговоры об этом велись почти столетие.

Любые перемены связаны с определенными трудностями. Э. Борель обращал внимание на то, что все изменения в программе по математике, особенно в школе, должно совершать с большой осторожностью: чересчур резкая переориентация может не просто доставить ряд неудобств, а болезненно сказываться на качестве образования в течение длительного времени.

В настоящее время снова наметилось очевидное несоответствие между математической наукой и учебным предметом. Математические методы за последние полстолетия стали более общими и разнообразными. Гигантские возможности компьютеров позволили оформиться принципиально новому направлению научного познания – математическому моделированию и математическому эксперименту. Математические модели природных и общественных явлений, технических процессов стали точнее и надежнее отображать существо дела. Повысилось прикладное значение математики. Поэтому опять появилась необходимость пересмотра программы школьного курса.

Еще недавно в науке доминировала непрерывная математика, сейчас же наблюдается бурный рост дискретной математики и ее приложений, на долю исследований которых ранее приходилось всего несколько процентов. Это вызвано тем, что современный компьютер превратился в весьма совершенный инструмент моделирования самых разнообразных явлений и процессов (в физике, генетике, молекулярной биологии, кристаллографии, теории управления и т. д.), допускающих описание на языке структур дискретной математики. Но главная причина бурного развития дискретной математики связана с изменением методологии. Субъект, мыслящий дискретно, порционно воспринимает и познает мир, познаваемый объект всегда предстает перед ним в обозримом виде, ограниченном во времени и пространстве, что имеет важное прикладное значение. Дискретная математика является базой для

математической кибернетики. Гармоничное сочетание дискретного и непрерывного в изучении математики позволяет лучше понять ее характер.

Назначение дискретной математики, как считает Е. А. Перминов, состоит в обнаружении скрытого порядка в том хаосе отдельных бессистемных, разрозненных прикладных математических методов, который существовал до начала эпохи компьютеризации. На грани дискретной математики и программирования появляются новые дисциплины: разработка и анализ вычислительных алгоритмов, нечисленное программирование, комбинаторные алгоритмы, алгоритмизация процессов [3].

Дискретная математика, образно говоря, искусство математического моделирования, которое может сделать намного более эффективной практически любую сферу деятельности. Поэтому изучение дискретной математики или ее отдельных элементов уже предусмотрено Государственным стандартом высшего профессионального образования для многих специальностей. Однако знакомство с дискретной математикой должно стать обязательным и в школе.

Как показывают методические исследования, проведенные Е. А. Перминовым, сильный для школьников курс дискретной математики, в котором будут отражены основные математические понятия и который даст учащимся общее развитие, не только возможен, но и необходим, поскольку он позволит сформировать столь нужные современному человеку умения и навыки находить оптимальные способы моделирования в самых разных областях знания. До полноценного изучения такого курса в общеобразовательной школе пока, к сожалению, не близко. Но наиболее наглядные разделы дискретной математики, такие как теория графов, реально ввести в программу в ближайшее время.

Другим новым разделом математики, требующем скорейшего внедрения как в вузовскую, так и школьную программы, является фрактальная геометрия. Фрактал – удивительное понятие математики. Это средство адекватного отражения природных, социальных и иных явлений: трубочек трахей, листьев на деревьях, вен в руке, бурлящей и изгибающейся реки, рынка ценных бумаг и т. д. Открытие фракталов знаменовало новую эпоху эстетики искусства, программирования и математики, стало революцией



в человеческом восприятии мира. Синтетические фрактальные пейзажи выглядят настолько правдоподобно, что большинство людей принимают их за естественные. Фрактальные образы с успехом используются при описании хаотического поведения нелинейных динамических и диссипативных систем, турбулентного течения жидкости, неоднородного распределения материи во Вселенной, при исследовании трещин и дислокационных скоплений в твердых телах, при изучении электрического пробоя, диффузии и агрегации частиц, роста кристаллов и др.

Фрактальная геометрия – молодое быстроразвивающееся математическое направление, связанное не только с выдвижением новых математических идей, но и интенсивным развитием компьютерной графики, художественного компьютерного творчества. Число публикаций о фракталах и фрактальной геометрии растет во всем мире экспоненциально. Столь огромный и неослабевающий интерес объясняется принципиально новыми возможностями, которые фрактальность открывает перед современными науками о природе и обществе. Кажется, лишь сейчас, благодаря фрактальной геометрии, человечество научилось ценить непосредственное природное величие, такое необычное, одновременно простое и сложное в своем проявлении.

Чтобы научиться понимать и ценить красоту геометрии Евклида, нужны тренировки и обладание особым, математическим складом ума. По-другому обстоит дело с фракталами и фрактальной геометрией. Чтобы ощутить совершенство фракталов, получить от этого эстетическое удовольствие, практически не требуется дополнительных знаний и умений: компьютерная реализация формул порождает действительно красочные, оригинальные полотна, не уступающие произведениям абстрактной живописи.

Познакомить учащихся с фракталами стоит еще и для того, чтобы помочь им проникнуть в «нелинейный мир», продемонстрировать особенности диалектики науки, ведь понимание процесса научного познания мира – одно из важных качеств образованного и культурного человека.

В современной науке произошел переход к постнеклассической (синергетической) картине мира, для которой характерны отказ от детерминизма и абсолютизации, признание идей самоорганизации

и конструктивной роли хаоса [7]. От этих процессов не может изолироваться и такая традиционно жестко детерминированная наука, как математика. В математике признаки становления новой парадигмы уже различимы. Появляются новые математические теории, оперирующие с неточно заданными, неопределенными, нечеткими объектами. В реальности такие неопределенные, размытые объекты и понятия встречаются повсюду: высокий, низкий, красивый, синий, имеющий длину 1 м, имеющий вес 60 кг и т. д. Координаты, скорость, сила, масса и другие физические характеристики, как правило, не могут быть абсолютно точно измерены, поэтому строятся и развиваются теории нечетких и мягких множеств, интервальный анализ, мягкое дифференциальное и интегральное исчисление, теория мягкой вероятности, мягкая теория игр и т. п.

Кроме создания таких разнообразных «мягких» математических моделей, к новой парадигме в математике можно отнести разработку фрактальной геометрии и многозначной логики. На очереди создание мягкой геометрии, в которой точка имеет некоторую протяженность, прямая – ширину, а плоскость – толщину. О необходимости разработки такой геометрии, приближенной к реальным объектам, писал еще П. А. Флоренский [10]. Все эти новые теории должны со временем найти отражение как в вузовском, так и в школьном курсах математики. Современное представление о «нелинейном мире» будет иметь исключительно важное методологическое значение для формирования мировоззрения, оно не только обогатит сам предмет математики и сделает его современным, но и продемонстрирует ее роль как универсального языка исследований природных и социальных явлений.

Вместе с тем, ряд чисто технических вопросов вполне может быть исключен из школьной программы без особого ущерба для развития математического мышления, важно лишь сохранить при этом традиционное ядро обучения дисциплине. Однако это ядро не всегда точно очерчивают, что открывает путь спекулятивным нападениям на любые новшества и изменения. Отношение к этим новшествам надо выработать не с позиций, что «нас раньше (или мы раньше) этому не учили и получали хорошие результаты», а сравнением с общим корпусом задач современного математического образования и его содержания.

Как отмечает один из учеников А. Н. Колмогорова профессор МГУ В. М. Тихомиров, важнейшая задача математического просвещения – возбудить в человеке интерес к самому себе, как мыслящей личности. Каждый человек должен научиться рассуждать и решать задачи. Всех надо обучать на общедоступном и осмысленном материале, чтобы не закрадывалась мысль о заумности и бессодержательности нашего предмета [9].

К сожалению, такие мысли о заумности математики возникают у многих школьников. Например, многие из них никак не могут понять, почему в век информационных технологий надо строить геометрические фигуры так же, как это делали древние греки – с помощью циркуля и линейки. Гораздо более интересными для них являются задачи из теории графов или теории кодирования, которые до сих пор не включены в школьную программу. Представляется, что целый ряд традиционных разделов школьной математики следует оставить только для учащихся, уже имеющих устойчивый интерес к математике и склонных к творчеству и размышлениям.

По мнению автора одного из школьных учебников профессора А. Г. Мордковича, есть некоторые «мелочи» в изложении школьного курса математики, на которые, как считают многие учителя и даже авторы школьных учебников, можно не обращать внимания. Одной из таких мелочей является выбор места для формального определения сложного математического понятия. Если основная задача учителя – развитие, то следует продумать выбор места и время (стратегию) и этапы постепенного подхода к формальному определению на основе предварительного изучения понятия на более простых уровнях (тактику). Таковых уровней в математике можно назвать три: *наглядно-интуитивный*; *рабочий*, или *описательный*; и *формальный*. Стратегия введения определений сложных понятий базируется на положении о том, что выходить на формальный уровень следует при выполнении двух условий:

1) у учащихся накопился достаточный *опыт* для адекватного восприятия вводимого понятия: *вербальный* опыт полноценного понимания всех слов в определении; *генетический* опыт использования понятия на предшествующих уровнях;

2) у учащихся появилась *потребность* в строгом определении понятия [1].

Одной из самых сложных проблем современного математического образования остается обучение геометрии. Стиль мышления молодежи сегодня за счет постоянного общения в Интернет и с масс-медиа – образно-эмоциональный. Мышление школьников и студентов все меньше тяготеет к абстрактным построениям. Традиционные учебники этого не учитывают и только усугубляют проблему. В этих условиях особую актуальность приобретают новые подходы к построению школьного курса геометрии, призванные повысить интерес к предмету и формирующие у учащихся пространственное мышление. В частности, особое значение приобретают методика и учебники для общеобразовательной школы В. А. Гусева, разрабатываемые на основе концепции «Я в пространстве».

В Концепции развития математического образования в Российской Федерации (о которой говорилось в начале статьи) признано, что игнорирование различий в способностях и особенностях подготовки учащихся различных уровней, отсутствие различий в программах и требованиях итоговой аттестации приводят к низкой эффективности учебного процесса, к «натаскиванию» на экзамен. Вместе с тем внедрение ЕГЭ и необходимость такого натаскивания школьников на быстрое решение стандартных заданий не позволяет исключить из программы задачи, поиск ответов которых может быть сведен к нажатию кнопки надлежащим образом подготовленного компьютера.

При работе с одаренными учащимися необходимы совсем другие подходы в подборе содержания обучения. Для таких школьников надо подбирать темы исследовательского характера, темы научных рефератов, математических проектов и экспериментов, специальные циклы задач и проч. Важной составляющей жизни российских общеобразовательных учреждений становятся школьные научные конференции. Выступления на них с докладами и презентациями проектов заметно способствуют появлению устойчивого интереса учащихся к изучению математики и созданию атмосферы творчества в школьных коллективах.

Конечно, многое зависит от учителя, от уровня его профессиональной подготовки, от его умения видеть, искать, находить и ставить задачи. Однако педагогов, которые могут качественно преподавать математику, учитывая учебные и жизненные интере-

сы обучающихся, сейчас недостаточно. Результаты приема и данные о трудоустройстве выпускников педвузов свидетельствуют о «двойном негативном отборе»: на педагогические специальности поступают не самые лучшие (в академическом смысле) абитуриенты, а учителями становятся не самые лучшие выпускники.

Проблема подготовки квалифицированных учителей математики встает все более остро. Хотя она обозначена и в Концепции, однако пути ее решения не указаны, за исключением одного направления – студентам необходимо решать задачи элементарной математики в зоне своего ближайшего развития, в существенно большем объеме, чем сегодня. Разумеется, это важно, только не стоит это делать в ущерб фундаментальной математической подготовке. А такая опасность вполне реальна, поскольку Министерство образования и науки предлагает в качестве основной модели подготовки педагогических кадров прикладной педагогический бакалавриат, в программе которого значительный объем теоретических курсов заменяется практическим компонентом. Такое замещение может только усилить «рецептурность» знаний студентов и не будет способствовать их вовлечению в научно-исследовательскую деятельность, а значит, не повысит качество подготовки учителей математики.

*Статья рекомендована к публикации  
д-ром физ.-мат. наук В. А. Гапонцевым*

### **Литература**

1. Крутецкий В. А. Психология математических способностей школьников. Москва: Просвещение, 1968.
2. Мордкович А. Г. О некоторых «мелочах» в преподавании школьного курса математики // Математика в современном мире: материалы Международной научной конференции, посвященной 150-летию Д. А. Граве / под ред. проф. В. А. Тестова, проф. А. А. Фомина. Вологда: ООО «Вологодская типография», 2013. С. 88–91.
3. Перминов Е. А. Методические основы обучения дискретной математике в системе «школа – вуз». Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2006.
4. Родионов М. А. Мотивация учения математике и пути ее формирования: монография. Саранск: МГПИ им. М. Е. Евсевьева, 2001. 252 с.

5. Столяр А. А. Педагогика математики. Минск: Вышэйшая школа, 1986.

6. Тестов В. А. Фундаментальность образования: современные подходы // Педагогика. № 4. 2006. С. 3–7.

7. Тестов В. А. Обновление содержания обучения математике: исторические и методологические аспекты: монография. Вологда: ВГПУ, 2012. 176 с.

8. Тестов В. А. О понятии педагогической парадигмы // Образование и наука. № 9. 2012. С. 5–15.

9. Тихомиров В. М. О математике и ее преподавании в школе // Тезисы Всероссийского съезда учителей математики (28–30 октября 2010 г.). Секция «Математика и общее развитие учащихся» [Электрон. ресурс]. Режим доступа://<http://math.teacher.msu.ru/upload/thesis/final/2>

10. Флоренский П. А. Мнимости в геометрии. Расширение области двумерных образов геометрии. Москва: Едиториал УРСС, 2004.

### References

1. Krutetskiy V. A. Psychology of mathematical abilities of students. Moscow: Education, 1968. (In Russian)

2. Mordkovich A. G. On some «little things» in the teaching of school mathematics. Matematika v sovremennom mire: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvjashhennoj 150-letiju D. A. Grave. [Mathematics in the modern world: proceedings of the International scientific conference devoted to the 150th anniversary of D. A. Grave].Vologda: Vologodskaja tipografija. 2013. P. 88–91. (In Russian)

3. Perminov E. A. Methodical bases of discrete mathematics courses in the «school – high school». Yekaterinburg: RSVPU. 2006. 128 p. (In Russian)

4. Rodionov M. A. Motivation teaching mathematics and ways of its formation. Saransk: MGPI. 2001. 252 p. (In Russian)

5. Stolyar A. A. Pedagogy of Mathematics. Minsk: Higher School, 1986. (In Russian)

6. Testov V. A. Fundamental education: contemporary approaches. Pedagogika. [Pedagogy]. 2006. № 4. P. 3–7. (In Russian)

7. Testov V. A. Updating content of teaching mathematics: historical and methodological aspects. Vologda: VGPU. 2012. 176 p. (In Russian)

8. Testov V. A. On the concept of pedagogical paradigm. *Obrazovanie i nauka*. [Education and Science]. 2012. № 9. P. 5–15. (In Russian)

9. Tikhomirov V. M. On mathematics and its teaching in schools. Abstracts of the All-Russian Congress of Teachers of Mathematics (28–30 October 2010). Section «Mathematics and the overall development of students» [Electronic resource]. Available at: <http://math.teacher.msu.ru/upload/thesis/final/2> (In Russian)

10. Florenskij P. A. Imaginary geometry. Extension of the two-dimensional images of the geometry. Moscow: Editorial UkRSS. 2004. 143 p. (In Russian)

УДК 372.853

А. П. Усольцев,  
Т. Н. Шамало

## ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

*Аннотация.* Статья посвящена проблеме развития инновационного мышления школьников. Поскольку разработка и освоение высоких технологий становятся неотъемлемой частью экономики любого государства, претендующего на звание передовой державы, задача массовой подготовки молодежи к инновационной деятельности, особенно в естественно-научной и технической сферах, становится сегодня весьма актуальной. Цель предпринятого авторами исследования – поиск путей и способов формирования инновационного мышления в условиях общеобразовательных учреждений. Анализируется понятие данного вида мышления и дается его авторское определение. Рассмотрены два этапа проявления инновационной мыслительной деятельности – когнитивный и инструментальный; выделены ее основные характеристики: творческая, научно-теоретическая, социально-позитивная, конструктивная, преобразующая, прагматичная. Показано, что в совокупности все свойства инновационного мышления образуют сложную, но целостную структуру, которая разрушается при отсутствии хотя бы одной составляющей.