



Особенности формирования у школьников основных математических понятий в современных условиях

Аннотация. В статье рассматриваются особенности формирования у школьников математических понятий в современной парадигме образования и в свете требований, выдвинутых в концепции развития математического образования. Эти требования предполагают обновление содержания обучения математике в школе, приближение его к современным разделам и практическому применению, широкое применение проектной деятельности. Преодолеть существующую разобщенность различных математических дисциплин, изолированность отдельных тем и разделов, обеспечить целостность и единство в обучении математике возможно лишь на основе выделения в ней основных стержней. Такими стержнями являются математические структуры. Необходимым условием реализации принципа доступности обучения является поэтапность процесса формирования понятий об основных математических структурах. Большую помощь в поэтапном изучении математических структур может оказать метод проектов. Применение этого метода при изучении школьниками математических структур позволяет решить целый комплекс задач по расширению и углублению знаний по математике, рассмотрению возможностей их применения в практической деятельности, приобретению практических навыков работы с современными программными продуктами, всестороннему развитию индивидуальных способностей школьников.

Ключевые слова: содержание обучения математике, математические структуры, поэтапность процесса формирования понятий, метод проектов.

Раздел: (01) педагогика; история педагогики и образования; теория и методика обучения и воспитания (по предметным областям).

В настоящее время завершается переход к информационному обществу, одновременно оформляется новая парадигма в образовании, основанная на постнеклассической методологии, синергетических принципах самообразования, внедрении сетевых технологий, проектной деятельности, компетентностного подхода. Все эти нововведения требуют обновления содержания обучения математике в школе, приближения его к современным разделам и практическим применениям. Особенности учебного материала в информационном обществе являются принципиальная избыточность информации, нелинейный характер ее развертывания, возможность вариативности учебного материала.

Роль математического образования как основы конкурентоспособности, необходимого элемента безопасности страны осознана руководством России. Правительством в декабре 2013 г. утверждена концепция развития математического образования. В этой концепции подняты многие актуальные проблемы математического образования. В качестве основной проблемы выделена низкая учебная мотивация школьников, что связано с бытующей в общественном сознании недооценкой математического образования, а также перегруженностью программ, оценочных и методических материалов техническими элементами и устаревшим содержанием.



Современное состояние математической подготовки учащихся вызывает серьезные опасения. Наблюдается формализм математических знаний выпускников средних школ, их недостаточная действенность; недостаточный уровень математической культуры и математического мышления. Во многих случаях изучаемый конкретный материал не складывается в систему знаний; учащийся оказывается «погрeben» под массой обрушивающейся на него из Интернета и других источников информации, будучи не в состоянии самостоятельно ее структурировать и осмыслить.

В результате значительная часть такой информации быстро забывается и математический багаж значительной части выпускников средних школ состоит из большего или меньшего числа слабо связанных между собой догматически усвоенных сведений и лучше или хуже закрепленных навыков выполнения некоторых стандартных операций и типовых заданий. Представление о математике как о единой науке со своим предметом и методом у них отсутствует. Чрезмерное увлечение чисто информационной стороной обучения приводит к тому, что многими учащимися не воспринимается богатое содержание математических знаний, заложенных в программе.

Содержательная сторона математического образования должна быть ориентирована не столько на узко понимаемые сегодняшние потребности, сколько на стратегические перспективы, на видение многообразия ее приложений, широкого применения в современном обществе математических моделей. Тем самым ставится задача приближения содержания обучения математике к современной науке.

Преодолеть разобщенность различных математических дисциплин, изолированность отдельных тем и разделов, обеспечить целостность и единство в обучении математике возможно лишь на основе выделения в ней истоков, основных стержней. Такими стержнями в математике, как отмечали А. Н. Колмогоров и другие крупнейшие ученые, являются математические структуры, которые подразделяются, согласно Н. Бурбаки, на алгебраические, порядковые и топологические. Некоторые из математических структур могут быть непосредственными моделями реальных явлений, другие – связаны с реальными явлениями лишь посредством длинной цепи понятий и логических структур. Математические структуры второго типа являются продуктом внутреннего развития математики. Из такого взгляда на предмет математики вытекает, что в любом математическом курсе должны изучаться математические структуры.

Идея математических структур, оказавшаяся весьма плодотворной, послужила одним из побудительных мотивов к радикальной реформе математического образования в 60–70-х гг. Хотя эта реформа позднее подверглась критике, ее основная идея остается весьма полезной и для современного математического образования [1].

В последнее время в математике возникли новые важные разделы, требующие своего отражения как в вузовской, так и в школьной программе по математике (теория графов, теория кодирования, фрактальная геометрия, теория хаоса и др.). Эти новые направления в математике обладают большим методологическим, развивающим и прикладным потенциалом. Разумеется, все эти новые разделы математики не могут с самого начала изучаться во всей их глубине и полноте. Как показано в [2], процесс обучения математике должен рассматриваться как многоуровневая система с обязательной опорой на нижележащие, более конкретные уровни, ступени научного познания. Без такой опоры обучение может стать формальным, дающим знание без понимания. Поэтапность процесса формирования основных математических понятий является необходимым условием реализации принципа доступности обучения.

Взгляды о необходимости выделения последовательных этапов в формировании понятий о математических структурах среди математиков-педагогов широко



распространены. Еще Ф. Клейн в своих лекциях для учителей отмечал необходимость предварительных этапов в изучении основных математических понятий: «Мы должны приспособляться к природным склонностям юношей, медленно вести их к высшим вопросам и лишь в заключение ознакомить их с абстрактными идеями; преподавание должно идти по тому же самому пути, по которому все человечество, начиная со своего наивного первобытного состояния, дошло до вершин современного знания. <...> Как медленно возникали все математические идеи, как они почти всегда всплывали сперва скорее в виде догадки и лишь после долгого развития приобретали неподвижную выкристаллизованную форму систематического изложения».

По мнению А. Н. Колмогорова, обучение математике должно состоять из нескольких ступеней, что он обосновывал тяготением психологических установок учащихся к дискретности и тем, «естественный порядок наращивания знаний и умений всегда имеет характер “развития по спирали”». Принцип «линейного» построения многолетнего курса, в частности математики, по его мнению, лишен ясного содержания. Однако логика науки не требует, чтобы «спираль» обязательно разбивалась на отдельные «витки» [3].

В качестве примера такого поэтапного изучения рассмотрим процесс формирования понятия такой математической структуры, как группа. Первым этапом в этом процессе можно считать еще дошкольный возраст, когда дети знакомятся с алгебраическими операциями (сложения и вычитания), которые проводятся непосредственно над множествами предметов.

Дальше этот процесс продолжается в школе. Можно сказать, что весь курс школьной математики пронизан идеей группы. Знакомство учащихся с понятием группы начинается, по сути дела, уже в 1–5-х классах. В этот период в школе алгебраические операции производятся уже над числами. Теоретико-числовой материал является в школьной математике наиболее благодатным материалом для формирования понятия об алгебраических структурах. Целое число, сложение целых чисел, введение нуля, нахождение для каждого числа ему противоположного, изучение законов действий – все это, по существу, этапы в формировании понятия об основных алгебраических структурах (группах, кольцах, полях).

В последующих классах школы учащиеся сталкиваются с вопросами, которые способствуют расширению знаний такого характера. В курсе алгебры осуществляется переход от конкретных чисел, выражаемых цифрами, к абстрактным буквенным выражениям, обозначающим конкретные числа лишь при определенном истолковании букв. Алгебраические операции производятся уже не только над числами, но и над объектами другой природы (многочленами, векторами). Учащиеся начинают осознавать универсальность некоторых свойств алгебраических операций.

Особенно важным для осознания идеи группы является изучение геометрических преобразований и понятий композиции преобразований и обратного преобразования. Однако последние два понятия не отражены в ныне действующей школьной программе (о последовательном выполнении движений и об обратном преобразовании лишь вскользь упоминается в учебнике А. В. Погорелова).

В элективных и факультативных курсах целесообразно рассмотреть группы самосовмещений некоторых геометрических фигур, группы вращений, орнаментов, бордюров, паркетов и различные приложения теории групп в кристаллографии, химии и т. д. Эти темы, где приходится знакомиться с математической постановкой практических задач, вызывают у учащихся наибольший интерес.

При знакомстве с понятием группы в общем виде необходимо опираться на ранее полученные знания, которые выступают структурообразующим фактором в си-



стеме математической подготовки студентов, что позволяет надлежащим образом решить проблему преемственности между школьной и вузовской математикой.

Хотя изучение современных понятий математики и ее приложений повышает интерес к предмету, но дополнительного времени для этого на уроках учителю найти практически невозможно. Поэтому здесь может помочь внедрение в учебный процесс проектной деятельности. Этот тип организации труда является и одной из основных форм реализации в образовании компетентностного подхода.

Такой тип организации труда, как отмечает А. М. Новиков, требует умения работать в команде, зачастую разнородной, коммуникабельности, толерантности, навыков самоорганизации, умения самостоятельно ставить цели и достигать их. Если кратко сформулировать, что такое образованность в постиндустриальном обществе, то это способность общаться, учиться, анализировать, проектировать, выбирать и творить [4].

Поэтому переход от образовательной парадигмы индустриального общества к образовательной парадигме постиндустриального общества означает, по мнению ряда ученых, прежде всего, выход на главную роль проективного начала, отказ от понимания образования только как получения готового знания, изменение роли учителя, использование для получения знаний компьютерных сетей.

Учитель по-прежнему остается центральным звеном процесса обучения, с двумя важнейшими функциями поддержки мотивации, содействия формированию познавательных потребностей и модификации процесса обучения класса или конкретного ученика. Электронная образовательная среда способствует формированию его новой роли. В такой высокоинформативной среде учитель и ученик равны в доступе к информации, содержанию обучения, поэтому учитель уже не может быть главным или единственным источником фактов, идей, принципов и другой информации. Его новую роль можно охарактеризовать как наставничество. Он поводырь, который вводит учащихся в образовательное пространство, в мир знания и мир незнания.

Однако за учителем сохраняются и многие старые роли. В частности, при обучении математике ученик очень часто сталкивается с проблемой понимания и, как показывает опыт, с ней ученик без диалога с учителем справиться не может, даже при использовании самых современных информационных технологий. Архитектура математического знания плохо совмещается со случайными постройками и требует особой культуры, как усвоения, так и преподавания. Поэтому учитель математики был и остается толкователем смыслов различных математических текстов.

Компьютерные сети в обучении можно применять для совместного использования программных ресурсов, осуществления интерактивного взаимодействия, своевременного получения информации, непрерывного мониторинга качества полученных знаний и т. д. Одним из видов проектной деятельности учащихся при использовании сетевых технологий является учебный сетевой проект. При изучении математики сетевые проекты – удобное средство для совместной отработки учащимися навыков решения задач, проверки уровня знаний, а также формирования интереса к предмету. Особенно такие проекты полезны для учащихся гуманитарных профилей и других, далеких от математики.

Что касается проектной деятельности, то теоретические предпосылки использования проектов в обучении сложились еще в индустриальную эпоху и основаны на идеях американских педагогов и психологов конца XIX в. Дж. Дьюи и У. Килпатрика. В начале XX в. отечественные педагоги (П. П. Блонский, П. Ф. Каптерев, С. Т. Шацкий и др.), разрабатывавшие идеи проектного обучения, отмечали, что метод проектов может применяться как средство слияния теории и практики в обучении; разви-



тия самостоятельности и подготовки школьников к трудовой жизни; всестороннего развития ума и мышления; формирования творческих способностей. Но уже тогда стало ясным, что проектное обучение – полезная альтернатива классно-урочной системе, но оно отнюдь не должно вытеснять ее и становиться некой панацеей.

Современные исследования применения проектов в обучении выявили широкие возможности учебных проектов с использованием ИКТ, позволяющие углублять, обновлять знания, формировать умение самостоятельно приобретать их, ориентироваться в информационном пространстве. Исследователи отмечают, что эффективность реализации учебных проектов достигается, если они взаимосвязаны между собой, сгруппированы по определенным признакам, а также при условии их систематического использования на всех этапах усвоения содержания предмета: от овладения основными математическими знаниями к самостоятельному приобретению новых знаний до глубокого понимания математических закономерностей и использования их в различных ситуациях.

Результат выполнения учебных проектов предполагает создание субъективно нового, лично значимого продукта, ориентированного на формирование прочных математических знаний и умений, развитие самостоятельности, возрастание интереса к предмету.

Общепризнано, что школьная математика предполагает специально организованную деятельность по решению задач. Однако первое, что бросается в глаза при рассмотрении проектов «по математике», – это практически полное отсутствие собственно математической деятельности в большинстве из них. Тематика таких проектов очень ограничена, в основном это темы, связанные с историей математики («золотое сечение», «числа Фибоначчи», «мир многогранников» и т. п.). В большинстве проектов есть только видимость математики, есть некоторая деятельность, связанная с математикой лишь косвенно. Выход на современные разделы математики затруднен в силу отсутствия в школьной программе даже намека на такие разделы.

В проектной деятельности на первый план выдвигается не усвоение знаний, а сбор и систематизация некоторой информации. В то же время в математической деятельности сбор и систематизация информации только первый этап работы над решением проблемы, притом самый простой, для решения математической задачи требуются специальные умственные действия, невозможные без усвоения знаний. Математические знания обладают специфическими особенностями, игнорирование которых приводит к их вульгаризации. Знание в математике – это переработанные смыслы, прошедшие ступени анализа, проверки на непротиворечивость, совместимость со всем предыдущим опытом. Это не позволяет понимать под «знанием» просто факты, считать способность к редукции полноценным усвоением.

Математика как учебный предмет обладает другой специфической особенностью: в ней решение задач выступает в качестве и объекта изучения и метода развития личности. Поэтому в ней решение задач должно оставаться основным видом учебной деятельности, особенно для учащихся, выбравших профили, связанные с математикой.

Ученик должен войти, отмечает И. И. Мельников, проникнуть внутрь самого сложного умения, дарованного человеку, – процесса принятия решений. Ему предлагают понять, что такое «решить задачу», как сформулировать проблему, как определить средства для решения, как разбить сложную задачу на взаимосвязанные цепочки простых задач. Решение задач постоянно подсказывает развивающемуся сознанию, что в создании нового знания, в решении проблем нет ничего мистического, размытого, неясного, что человеку дано умение разрушать стену незнания, и это



умение можно развивать и укреплять. Индукция и дедукция – два кита, на которых держится решение, – призывают на помощь аналогию и интуицию, то есть как раз то, что во «взрослой» жизни даст будущему гражданину возможность самому определять свое поведение в сложной ситуации [5].

Как писал еще А. А. Столяр, обучение математике через задачи давно известная проблема. Задачи должны служить и мотивом для дальнейшего развития теории, и возможностью для его эффективного применения. Считая задачный подход наиболее эффективным средством развития учебно-математической деятельности учащихся, он ставил задачу построения педагогически целесообразной системы задач, с помощью которой можно было бы провести ученика последовательно через все аспекты математической деятельности (выявление проблемных ситуаций и задач, математизация конкретных ситуаций, решение задач, мотивирующих расширение теории и т. д.) [6].

Установлено, что решение традиционных задач по математике учит молодого человека мыслить, самостоятельно моделировать и прогнозировать окружающий мир, т. е. в конечном итоге преследует почти те же цели, что и проектная деятельность, за исключением, быть может, приобретения коммуникативных навыков, поскольку чаще всего учителя не предъявляют требований к представлению решений задачи. Поэтому в обучении математике решение задач, видимо, должно остаться основным видом учебной деятельности, а проекты лишь дополнением к нему. Этот важнейший вид учебной деятельности позволяет школьникам усваивать математическую теорию, развивать творческие способности и самостоятельность мышления. Вследствие этого эффективность учебно-воспитательного процесса во многом зависит от выбора задач, от способов организации деятельности учащихся по их решению, т. е. методики решения задач.

Педагоги, психологи и методисты доказали, что для эффективной реализации целей математического образования необходимо использовать в учебном процессе системы задач с научно обоснованной структурой, в которой место и порядок каждого элемента строго определены и отражают структуру и функции этих задач. Поэтому в своей профессиональной деятельности учитель математики должен стремиться представить содержание обучения математике в значительной степени именно через системы задач. К таким системам предъявляется ряд требований: иерархичность, рациональность объема, нарастание сложности, полнота, целевое назначение каждой задачи, возможность осуществления индивидуального подхода и т. д.

Если школьник решил сложную задачу, то в принципе нет большой разницы, как ученик оформит результат: в виде презентации, доклада или просто нацарапает решение на листе в клетку. Считается достаточным, что он решил задачу. Поэтому выдвигаемые общие требования к презентации результатов проектов: актуальность проблемы и оформление результатов («артистизм и выразительность выступления») – мало подходят к оценке тех проектов по математике, в основу которых положено решение сложных задач. Однако, исходя из требований современного общества, деятельность по решению задач необходимо совершенствовать, обращая большее внимание на первоначальный этап (осознание места данной задачи в системе математических знаний) и заключительный этап (презентация решения задачи).

Если говорить о проектной деятельности, то наиболее целесообразным представляется применение в практике обучения межпредметных проектов, реализующих интегративный подход в обучении математике и сразу нескольким естественнонаучным или гуманитарным дисциплинам. У таких проектов более разнообразна и инте-



ресна тематика, такие проекты по четырем-пяти-шести дисциплинам самые долгосрочные, поскольку их создание подразумевает обработку большого объема информации. Примеры таких межпредметных проектов приведены в книге П. М. Горева и О. Л. Лунеевой [7]. Результатом подобного макропроекта может быть веб-сайт, посвященный теме проекта, база данных, брошюра с итогами работы и т. п.

При работе над такими макропроектами учебную деятельность учащийся осуществляет во взаимодействии с другими пользователями сети, т. е. учебная деятельность становится не индивидуальной, а совместной. В силу этого на такое обучение нам надо смотреть как на процесс, происходящий в учебном сообществе. В сообществе, в котором и ученики, и учителя выполняют свои вполне определённые функции. И результат обучения можно расценивать именно с точки зрения исполнения этих функций, а не по тем или иным внешним, формальным параметрам, характеризующим чисто предметное знание у отдельных учащихся.

Надо признать, что практика применения «проектного метода» в школьном обучении математике пока достаточно бедна, все зачастую сводится к нахождению учеником в Интернете какой-то информации на заданную тему и к оформлению «проекта». Во многих случаях получается просто имитация проектной деятельности.

В силу этих особенностей многие учителя весьма скептически относятся к применению метода проектов в обучении школьников своему предмету: кто-то просто не может разобраться в смысле такой деятельности учащихся, кто-то не видит результативности этой образовательной технологии применительно к своей дисциплине. Однако эффективность метода проектов для большинства школьных предметов уже неоспорима [8].

Поэтому очень важно, чтобы содержание проектов было не просто связано с математикой, а способствовало преодолению изолированности в ней отдельных тем и разделов, обеспечению целостности и единства в обучении математике, что возможно лишь на основе выделения в ней стержней – математических структур.

Рассмотрим более подробно применение проектного метода при изучении математического материала младшими школьниками. В силу возрастных особенностей таких учащихся изучение математического материала, в частности геометрического, носит чисто ознакомительный характер. В то же время проекты позволяют заложить у младших школьников понимание роли геометрии в реальных жизненных ситуациях, возбудить интерес к дальнейшему изучению геометрии. При выполнении этих проектов вполне возможно применение различных программных средств учебного назначения.

Для реализации большинства проектов по геометрическому материалу подходят различные компьютерные среды. В начальной школе целесообразно использовать интегрированную компьютерную среду ПервоЛого, программу Microsoft Office PowerPoint, а также электронное учебное пособие «Математика и конструирование» и ИИСС «Геометрическое конструирование на плоскости и в пространстве», которые представлены в Электронной коллекции цифровых образовательных ресурсов и предназначены для свободного применения в учебном процессе. Выбор данных программных продуктов обоснован тем, что они соответствуют возрастным особенностям учащихся начальной школы, являются доступными для использования их в учебном процессе, предоставляют большие возможности для реализации проектного метода [9].

Преподавателем Вологодского педколледжа О. Н. Костровой была разработана программа внеурочной деятельности, содержащая комплекс проектов по геометрическому материалу и методические рекомендации для учителей по организации работы над проектами. Основная цель примерной программы – формирование геометрических представлений младших школьников на основе использования метода учебных проек-



тов. Работа по реализации комплекса проектов направлена на углубление и расширение знаний учащихся по геометрическому материалу, познание окружающего мира с геометрических позиций, формирование умения применять полученные знания в ходе решения учебно-познавательных и учебно-практических задач с применением программных средств, формирование пространственного и логического мышления.

Примерной программой предусмотрено углубленное изучение таких тем, как «Многоугольники», «Окружность. Круг», «План. Масштаб», «Объемные фигуры», изучение дополнительных тем – знакомство с осевой симметрией, представление числовых данных площади и объема в виде диаграмм. Работа над некоторыми проектами предусматривает использование исторического и краеведческого материала, что способствует повышению познавательного интереса к изучению геометрического материала.

Комплекс проектов представлен следующими темами:

- «Мир линий», «Старинные единицы измерения длины», «Красота узоров из многоугольников», «Флаги районов Вологодской области», «Геометрическая сказка» (2-й класс);
- «Орнаменты Вологодской области», «Паркет», «Заметка в газету о круге или окружности», «Меандр», «Дачный участок» (3-й класс);
- «Углы», «Загадка пирамиды», «Улицы нашего города», «Расчетные работы при строительстве», работа с конструкторами (4-й класс).

В процессе работы над проектами учащиеся выполняют построение плоских и объемных геометрических фигур, конструирование и моделирование из геометрических фигур других фигур, разнообразных объектов, проводят небольшие исследования по геометрическому материалу.

Использование метода проектов при изучении геометрического материала предполагает применение знаний и умений из других предметных областей, что способствует всестороннему развитию учащихся. Данный метод реализует деятельностный подход к обучению, так как обучение происходит в процессе деятельности младших школьников; способствует развитию умения в планировании своей учебной деятельности, решению проблем, компетентности в работе с информацией, коммуникативной компетентности.

Таким образом, применение метода проектов при обучении школьников геометрическому материалу позволяет решить целый комплекс задач по расширению и углублению знаний по элементам геометрии, рассмотрению возможностей их применения в практической деятельности, приобретению практических навыков работы с современными программными продуктами, всестороннему развитию индивидуальных способностей школьников.

Проекты по математическому материалу для младших школьников представляют собой только первый этап проектной деятельности по математике. На следующих ступенях обучения необходимо продолжать эту деятельность, развивая и углубляя знания школьников об основных математических структурах.

Кроме того, применяя проектный метод при обучении математике, не нужно забывать, что решение задач должно оставаться основным видом учебной деятельности. Эту специфическую особенность учебного предмета следует учитывать при разработке проектов, поэтому учебные проекты должны являться средством для отработки школьниками навыков решения задач, проверки уровня знаний, формирования познавательного интереса к предмету.



Ссылки на источники

1. Тестов В. А. Обновление содержания обучения математике: исторические и методологические аспекты: монография. – Вологда, ВГПУ, 2012. – 176 с.
2. Тестов В. А. Математические структуры как научно-методическая основа построения математических курсов в системе непрерывного обучения (школа – вуз): дис. ... д-ра пед. наук. – Вологда, 1998.
3. Колмогоров А. Н. К обсуждению работы по проблеме «Перспективы развития советской школы на ближайшие тридцать лет» // Математика в школе. – 1990. – № 5. – С. 59–61.
4. Новиков А. М. Постиндустриальное образование. – М.: Изд-во «Эгвес», 2008.
5. Образование, которое мы можем потерять: сб. / под общ. ред. ректора МГУ академика В. А. Садовниченко – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 2002. – С. 72.
6. Столяр А. А. Педагогика математики: курс лекций. – Минск: Вышэйш. шк., 1969.
7. Горев П. М., Лунеева О. Л. Межпредметные проекты учащихся средней школы. Математический и естественнонаучный циклы: учеб.-метод. пособие. – Киров: Изд-во МЦИТО, 2014. – 58 с.
8. Там же.
9. Кострова О. Н. Программные средства в реализации метода проектов при изучении элементов геометрии младшими школьниками // Научное обозрение: теория и практика. – 2012. – № 2. – С. 41–48.

Vladimir Testov,

Doctor of Pedagogic Sciences, Professor at the chair of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics, Vologda State University, Vologda, Russia
vladafan@inbox.ru

Peculiarities of pupils' main mathematical notions formation in modern conditions

Abstract. The paper discusses the peculiarities of pupils' mathematical notions the formation in the modern paradigm of education and in the light of the demands, made in the concept of mathematical education. These requirements imply updating the content of teaching mathematics at school, bringing it closer to the modern sections and practical applications, the widespread using of project activities. To overcome the existing fragmentation of various mathematical disciplines and the isolation of individual sections, to ensure the integrity and unity in the teaching of mathematics is possible only on by allocating the main lines in it. Mathematical structures are the rods, the main construction lines of mathematical courses. Phased process of formation of concepts about the basic mathematical structures is a prerequisite for the implementation of the principle of availability of training. Method of projects can be of great help in a phased study of mathematical structures. Application of this method in the study of mathematical structures allows solve a number of tasks to expand and deepen the knowledge of mathematics, consider the possibilities of their application in practice, the acquisition of practical skills to work with modern software products, the full development of the individual abilities of pupils.

Key words: content of teaching mathematics, mathematical structures, phased process of formation of notions, project method.

References

1. Testov, V. A. (2012) *Obnovlenie sodержaniya obuchenija matematike: istoricheskie i metodologicheskie aspekty: monografija*, VGPU, Vologda, 176 p. (in Russian).
2. Testov, V. A. (1998) *Matematicheskie struktury kak nauchno-metodicheskaja osnova postroenija matematicheskikh kursov v sisteme nepreryvnogo obuchenija (shkola – vuz): dis. ... d-ra ped. nauk*, Vologda (in Russian).
3. Kolmogorov, A. N. (1990) “K obsuzhdeniju raboty po probleme ‘Perspektivy razvitiya sovetskoj shkoly na blizhajshie tridcat’ let’”, *Matematika v shkole*, № 5, pp. 59–61 (in Russian).
4. Novikov, A. M. (2008) *Postindustrial'noe obrazovanie*, Izd-vo “Jegves”, Moscow (in Russian).
5. V. A. Sadovnichij (ed.) (2002) *Obrazovanie, kotoroe my mozhem poterjat': sb. MGU im. M. V. Lomonosova*, Moscow, p. 72 (in Russian).
6. Stoljar, A. A. (1969) *Pedagogika matematiki: kurs lekcij*, Vyshnejsh. shk., Minsk (in Russian).
7. Gorev, P. M. & Luneeva, O. L. (2014) *Mezhpredmetnye proekty uchashhihsja srednej shkoly. Matematicheskij i estestvennonauchnyj cikly: ucheb.-metod. posobie*, Izd-vo MCITO, Kirov, 58 p. (in Russian).
8. Ibid.
9. Kostrova, O. N. (2012) “Programmnye sredstva v realizacii metoda proektov pri izuchenii jelementov geometrii mladshimi shkol'nikami”, *Nauchnoe obozrenie: teorija i praktika*, № 2, pp. 41–48 (in Russian).

Рекомендовано к публикации:

Некрасовой Г. Н., доктором педагогических наук, профессором, членом редакционной коллегии журнала «Концепт»

