

УДК 373.1.013

Торопова З.В.

ФОРМИРОВАНИЕ У ШКОЛЬНИКОВ УМЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАТЬ МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ

Ключевые слова: проектная деятельность школьников, умение проектировать, качество усвоения предметных знаний и умений.

Научная проблема и ее обоснование

Ориентация процесса обучения в общеобразовательной школе на развитие у учащихся способностей осуществлять личностно и социально значимые виды деятельности является сегодня важнейшим направлением совершенствования этого процесса. Иными словами, должны быть созданы условия для освоения учащимися не только фактологических знаний, но и разнообразных способов деятельности, которые могут быть реализованы на различном содержании и которые в силу этого обладают свойством универсальности. Проектная деятельность относится к разряду таких видов деятельности. В связи с этим развитие способности к этой деятельности на каждом учебном предмете становится одной из актуальных целей обучения.

Сегодня, несмотря на то, что проектная деятельность реализуется на всех ступенях обучения и при изучении различных предметов (в том числе и математики), в школьной практике чаще всего отсутствуют концептуально осмысленные механизмы развития проектной деятельности с учетом средств и возможностей каждого предмета. Также остаются недооцененными возможности использования создания школьниками проектов для достижения нового качества образования. В частности, несмотря на значительный развивающий и образовательный эффект учебных проектов, сегодня остается неисследованной возможность эффективного обучения математике школьников за счет овладения ими учебным проектированием, также недостаточно разработаны соответствующие методики, предлагающие средства и обеспечивающие условия достижения этой цели.

Это дает основание утверждать, что научная проблема, состоящая в поиске путей совершенствования процесса

усвоении математического содержания посредством определения роли и использования учебного проектирования при обучении математике (геометрии), является актуальной.

Обзор литературы по теме

Исследования последних лет установили значительный потенциал проектирования в решении актуальных задач образования. Исследованы возможности учебного проектирования в качестве формы организации образовательного процесса (в педагогической литературе это направление связано с методом обучения, получившим название «метод проектов», анализируются возможности этого метода в решении проблемы совершенствования учебно-познавательной деятельности школьников) (М.Ю. Бухаркина, Н.Ю. Пахомова, К.Н. Поливанова, Е.С. Полат, И.Д. Чечель). Существуют работы, в которых учебное проектирование изучается не столько как самоцель, а как эффективное средство для реализации многих образовательных и развивающих целей, раскрытия творческого потенциала учащихся и самореализации ученика (Н.Ю. Пахомова); как условие формирования компетентности учащегося (Н.А. Гордеева, Ю.О. Лобода, А.Л. Наумов); как средство развития познавательных интересов учащихся (О.А. Гребенникова); как средство повышения продуктивности усвоения учебного материала и творческого его применения на практике (В.С. Кузнецов, Е.А. Чопчян); в развитии общеучебных умений и специфических умений и навыков проектирования (С.В. Тигров, О.В. Шелехова и др.).

Процесс создания проекта, или проектирование, можно рассматривать как операционную составляющую процесса усвоения знаний учащимися в проектной деятельности. Говоря о

проектировании, будем иметь в виду учебное проектирование. Подчеркивая тем самым то, что осуществление проектирования учащимися (учебное проектирование) имеет своей целью, во-первых, освоение самой деятельности, во-вторых, получение учащимися новых знаний, удовлетворение познавательных потребностей, самореализацию и развитие личностных качеств.

Освоенное действие по осуществлению учебного проектирования – это сложное умение, которое соотносится с конкретной предметной областью, в которой реализуется (так как любой проект создается на конкретном предметном содержании), и которое вместе с тем несет межпредметный характер. Для каждого учебного предмета инвариантным является то, что в проектировании определяется будущий процесс и результат целенаправленного создания (преобразования) некоторого объекта с учетом анализа условий создания этого объекта, на основе выбора формы представления готового продукта. Специфика же учебного предмета проявляется прежде всего в объектах проектирования, теоретических или практических проблемах, которые могут быть разрешены посредством создания проекта.

Для математики основу школьного содержания составляют разнообразные математические объекты, поэтому первоочередной задачей в обучении проектированию при изучении математики будет формирование у учащихся умения проектировать математический объект.

Овладение учащимися умением проектировать (математический объект) приобретает сегодня значение не только как самоцель, но в том числе и как средство осознанного усвоения предметных знаний и умений. В ряде исследований (С.А. Арсланбекова, Н.Н. Замошникова, А.Г. Подстригич,

П.И. Совертков, С.Н. Цымбал и др.) отмечается, что проектирование влияет на повышение качества математического образования, поскольку работа над созданием проекта развивает «многие компоненты подготовки по математике, мыслительные операции, определенный стиль мышления, способы поисково-исследовательской деятельности» [5, с. 71].

Специфика предметного содержания, выражающаяся в абстрактности изучаемых математикой объектов, методах познания (общие методы и специфические – математическое моделирование, метод доказательства «от противного», математическая индукция и др.), процессе получения или подтверждения каких-либо фактов (не опытное, а теоретическое обоснование), порождает два свойства математических знаний: универсальность и формально-логическую выводимость. Данная специфика определяет источники получения учащимися знаний при изучении математики. Знания ребенок приобретает через «извлечение информации из самих объектов путем абстрагирования» либо «с помощью логико-математического опыта, основанного на структурных действиях, выполняемых с этими объектами. В ходе действий объекты приобретают новые свойства» [4, с. 39].

Работа над созданием проекта требует от учащегося постоянного проведения анализа, синтеза, отбора и переработки информации: преобразование условий задачи с целью обнаружения отношения изучаемого объекта к другим, моделирование выделенного отношения, преобразование этой модели для наиболее существенного изучения свойств предмета, построение системы частных задач, решаемых общим «предметным» способом, контроль за выполнением «предметных» действий, оценка усвоения общего способа как результата ре-

шения данной задачи. Из этого можно заключить, что учебное проектирование как мыслительная деятельность, которая проявляется в создании и преобразовании пространственных представлений и образов, может быть также рассмотрена как инструмент получения математических знаний, а организация учебного проектирования играет неопределимую роль в усвоении учащимися математических знаний.

Знания и умения, формируемые в процессе осуществления проектирования математического объекта, позволяют учащимся быть более успешными в усвоении учебного материала. А именно: спроектированный школьниками математический объект, полученное знание о нем и способе его получения могут быть использованы в новых ситуациях (предметный перенос как знаний, так и умений по их получению). В этом случае действия учащегося можно охарактеризовать как продуктивные [2], позволяющие ему продуктивно овладевать учебным материалом как с позиции процесса получения нового знания, так и самого результата (продукта).

Цель и задачи исследования

Сказанное позволяет определить цель исследования – разработать методику формирования умения проектировать математический объект как фактор повышения качества усвоения математических знаний и компонент обучения проектированию школьников при изучении математики. Для достижения поставленной цели необходимо изучить условия формирования у учащихся умения проектировать математический объект и создать научно обоснованную систему задач, служащих средством формирования данного умения при обучении геометрии, что является основными задачами исследования.

Методы и этапы исследования

Последовательно решая задачи исследования, мы установили, что для организации учебного процесса, ориентированного на формирование умения проектировать математический объект, должна быть разработана специальная методика. Основопологающей методологической основой этой методики стал метаметодический подход к обучению, согласно которому деятельность проектирования имеет составляющие, инвариантные относительно различного предметного содержания, вместе с тем в каждой предметной области (в нашем случае – предметная область «Математика») при освоении конкретного предметного содержания проявляются ее специальные характеристики [1; 6]. Суть методики состоит в том, что школьниками должна быть освоена структура умения проектировать объект и методологические знания об использовании данного действия (умения) в процессе решения некоторых математических задач (далее дадим определение таким задачам), связанных с проектированием математических объектов и являющихся основным средством формирования выделенного умения.

Для подтверждения выдвинутых нами в ходе теоретического анализа предположений об эффективности применения умения проектировать математический объект в повышении качества усвоения математических знаний был проведен педагогический эксперимент.

Организуя экспериментальное исследование, мы исходили из того, что формирование у учащихся рассматриваемого умения должно осуществляться посредством обучения школьников проектировать математический объект в ходе решения специальных проблемных, поисковых задач (И.Я. Лернер,

М.И. Махмутов и др.), которые мы назвали *проектными*. Проектной задачей в математике будем называть математическую задачу, представляющую собой определенную проектную проблемную ситуацию, требующую для своего решения проектирования математического объекта. Проектная задача – основное средство формирования у учащихся данного умения.

Примером проектной задачи может служить следующая задача.

Проблема. *Известная задача Диодона решает вопрос о рациональном огораживании участка земли проволокой данной длины. Возникает вопрос, возможно ли использовать эту идею в решении проблемы построения «рационального» многогранника, т.е. такого, который при заданных ограничениях обладал бы, например, наибольшей площадью поверхности?*

Задача. *Спроектируйте пирамиду (выпуклую), для которой справедливо утверждение, что она обладает наибольшей площадью поверхности при заданной высоте и заданном периметре основания.*

В процессе решения проектной задачи ученики могут приобрести определенные знания и опыт в осуществлении проектирования применительно к решению проблемы создания проекта математического объекта. Вместе с тем при разработке такого проекта окажутся востребованными знания и умения, полученные учащимися в процессе изучения данной (предыдущих) темы, что, в свою очередь, обеспечивает их осознанное применение и обобщение, чего трудно добиться, решая только традиционные математические задачи. Так, при решении данной задачи ученикам необходимо знание формулы вычисления площади поверхности пирамиды, основных определений и теоретических фактов по теме «Пирамида» и др.

Экспериментальное исследование было построено следующим образом. В содержание обучения геометрии старших классов была включена система проектных задач и организована работа с ней в соответствии с разработанной нами методикой, направленной на последовательное и постепенное освоение этапов учебного проектирования. Для этого были разработаны проектные задачи, содержание которых было подобрано в соответствии с программой курса геометрии старших классов, и вспомогательные задания к ним, моделирующие отдельные этапы проектирования.

Например, решение проектной задачи, приведенной ранее, в учебном процессе может быть сопровождено следующими вспомогательными заданиями, выполнение которых позволит ученику получить правильные ориентиры для поиска решения задачи и получения требуемого.

Задание А. *Не решая задачи, опишите, какие действия вам необходимо будет выполнить для получения искомой пирамиды.*

Задание Б. *Опишите, какую пирамиду вы получили. Будет ли какая-нибудь другая пирамида обладать тем же свойством?* И другие задания.

Включение школьников в процесс создания различных проектов как обязательной составляющей процесса обучения геометрии потребовало принципиального подхода не только к отбору содержания обучения, но и к организации всей учебно-познавательной деятельности учащихся. Проектирование учащимися математических объектов необходимо было организовать таким образом, чтобы, во-первых, школьники осваивали понятийные и методологические знания проектирования как инструмента познания, во-вторых,

осваивали собственно субъективно новые предметные знания.

С этой целью в содержание обучения геометрии был включен теоретический материал, призванный обеспечить общие представления о сущности проектирования (его этапы, целенаправленность, возможные результаты и др.) и возможностях использования этой деятельности в решении учебных проблем, наряду с тем, что определяет специфику проектирования, осуществляемого на математическом содержании.

Также необходимым условием для начала включения учащихся в процесс самостоятельного создания ими проектов явилось определение исходного уровня владения умением проектировать математический объект. Для того чтобы его охарактеризовать, проводилась диагностическая работа, в содержание которой были включены задания, требующие выполнения от учащихся всех этапов проектирования: от анализа проблемы до создания продукта. При этом учитывалось, что содержание заданий, уровень их сложности могут варьироваться в зависимости от уровня подготовленности учащихся так, чтобы наличная система знаний учащихся по предыдущим темам была достаточной, чтобы увеличить долю самостоятельности учащихся при выполнении диагностических заданий.

Полученная диагностическая информация позволила утверждать, что уровень владения учащимися умением проектировать математический объект хотя и не слишком высокий, все же можно выстроить оптимальную схему включения школьников в процесс овладения умением проектировать математический объект – от более освоенного к менее освоенному этапу – с постепенным увеличением их числа и доли самостоятельности учеников в

этой работе. Реализации этой схемы на практике способствовало сопровождение решения проектных задач соответствующими вспомогательными заданиями, моделирующими те этапы проектирования, которые по результатам диагностики были освоены учащимися менее всего. В дальнейшем таких заданий требовалось меньше, а необходимость в дополнительных разъяснениях свелась к минимуму (стала нести индивидуальный характер).

Организованное обучение на основе использования системы проектных задач и вспомогательных заданий к ним позволило зафиксировать у участвующих в эксперименте школьников повышение уровня умения проектировать математический объект.

С целью подтверждения утверждения о том, что формирование рассматриваемого умения позволит повлиять на продуктивность освоения школьниками учебного материала, были организованы дополнительные диагностические работы на различном предметном содержании. В содержание этих работ входили проектные задачи, поскольку решение этих задач позволяет развивать умение не только проектировать математический объект, но и оценивать его.

Проявление продуктивности в освоении учебного материала (согласно характеристикам продуктивной деятельности учащихся) можно наблюдать как при выполняемой учащимися познавательной деятельности, так и при воспроизведении продукта этой деятельности. В связи с этим предметом анализа работ учащихся стали следующие вопросы:

- способен ли ученик использовать для решения математической задачи продукт, разработанный ранее при работе с проектной задачей, в ситуации, где этот продукт выступает средством решения задачи;

- способен ли ученик воспроизвести (перенести) приобретенный в процессе решения проектной задачи способ деятельности для решения проектной задачи, содержание которой построено на материале другой темы курса математики.

Например, в качестве задания по физике была предложена для решения проектная задача: *Разработайте проект корабля, который не тонет, устойчив, имеет большую вместимость и красивый дизайн* [3, с. 94].

На основании данных решения этой задачи делался вывод о продуктивности освоения школьниками учебного материала. Для этого ученикам предлагалось не только решить задачу, но и написать на индивидуальном листе свои размышления о том, что затрудняло (с их точки зрения) получение требуемого проекта и что, наоборот, помогло. Так, полученные результаты позволили заключить, что ученики экспериментальных групп способны воспользоваться проектированием как способом деятельности для решения данной задачи, при условии, что в формулировке задачи есть указание на то, что это задача проектная (в ее формулировке есть требование создания проекта). Успешность же решения проектной задачи, содержание которой построено на материале другой предметной области, зависит не только от опыта учащихся в создании проектов, но также от системы предметных знаний и умений.

По результатам диагностики был сделан вывод о том, что у школьников произошли положительные изменения как в решении проектных задач (а значит, в развитии умения проектировать математический объект), так и в использовании полученных учащимися результатов и, как следствие этого, повысилась продуктивность усвоения математических знаний.

Результаты исследования

К числу наиболее существенных результатов, полученных в ходе исследования, следует отнести разработанную и научно обоснованную методику формирования умения проектировать математический объект при изучении геометрии как одно из направлений в решении проблемы обучения школьников проектированию как средству повышения качества образования вообще и математического в частности. Интерпретация отдельных результатов педагогического эксперимента в совокупности позволила подтвердить эффективность разработанной методики.

Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна и практическая значимость полученных результатов состоят в том, что впервые проблема обучения школьников проектированию решалась посредством формирования у них умения проектировать математический объект. Были определены средства и организационные формы такого обучения. В процессе экспериментального исследования доказана необходимость и перспективность применения в практике обучения геометрии методики формирования умения проектировать математический объект для обогащения процесса усвоения учащимися учебного материала и повышения уровня сформированности предметных (математических) знаний.

Выводы и перспективы

Несмотря на повышенный интерес к проблеме обучения школьников проектированию в свете новых ориентиров образования (отраженных в новых стандартах образования), в настоящее

время недостаточно разработаны соответствующие методики, предлагающие средства и обеспечивающие условия такого обучения. В данном исследовании предложено и обосновано одно из направлений разрешения выделенных противоречий посредством создания научно обоснованной методики формирования умения проектировать математический объект при изучении геометрии. В то же время если в основе построения обучения проектированию будут учтены одновременно инвариантность учебного проектирования и его специфика в каждой предметной области, то это позволит говорить о возможности существования такого обучения, которое обеспечивало бы овладение школьниками проектированием средствами каждого учебного предмета и вместе с тем позволяло бы достичь оптимальности в этом процессе.

Литература

1. Гуманизация образовательной среды изменяющейся школы (средствами интеграции предметных методик обучения): сб. науч. статей. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2005.
2. *Загвязинский В.И.* Теория обучения: современная интерпретация: учеб. пособие для студентов педвузов. 2-е изд., испр. М.: Академия, 2004.
3. *Макарова Д.В.* Развитие проектных умений учащихся на занятиях по физике: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2005.
4. *Рубцов В.В.* Организация и развитие совместных действий у детей в процессе обучения. М.: Педагогика, 1987.
5. *Совертков П.И.* Проектирование поисково-исследовательской деятельности учащихся и студентов по математике и информатике. Сургут: Изд-во РИО СургПИ, 2004.
6. *Стефанова Н.Л.* Проблема развития исследовательских умений учащихся с позиции метаметодического подхода // Известия Российского государственного университета им. А.И. Герцена. Сер. Психолого-педагогические науки (психология, педагогика, теория и методика обучения). 2002. № 2 (3). С. 167–175.