

Паршукова Наталья Борисовна  
г. Челябинск  
[parshukovanb@cspu.ru](mailto:parshukovanb@cspu.ru)

## ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В ОБЛАСТИ ГЕОМЕТРИИ СРЕДСТВАМИ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

В новом общеобразовательном стандарте (2004 г.) наряду с традиционно сформулированными требованиями к уровню подготовки выпускников появилось требование «использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для...». Наличие этого нововведения обусловлено концепцией модернизации российского образования, цель которого «...*формировать целостную систему универсальных знаний, умений и навыков, а также самостоятельной деятельности и личной ответственности обучающихся, т.е. ключевые компетентности, определяющие современное качество образования*» [6]. Это связано с существующей на сегодняшний день проблемой несоответствия количества получаемых учащимися знаний и возможностью применять эти знания на практике. По мнению А.В. Хуторского, «ключевые образовательные компетенции конкретизируются на уровне образовательных областей и учебных предметов для каждой ступени обучения» [8], следовательно, формирование ключевых компетенций невозможно без формирования предметных компетенций, реализуемых в рамках конкретного предмета. Нами рассматривается формирование предметной компетентности учащихся 7-9 классов средней общеобразовательной школы в области геометрии.

Слабая освещенность методики формирования у учащихся компетентности в предметных областях в учебно-методической и научной литературе выявляет проблему: мы можем определить конечную цель обучения, но не знаем средств, с помощью которых можно достичь этой цели.

Все более увеличивающиеся возможности применения информационных технологий в образовательном процессе позволяют решить эту проблему. Среди всего многообразия типов обучающих программных продуктов – электронные учебники, интеллектуальные обучающие системы, программные тренажеры, эмуляторы, виртуальные лаборатории – наиболее перспективным в плане использования в учебном процессе для достижения компетентностей учащихся являются виртуальные лаборатории. На рынке программных продуктов уже достаточно долгое время существуют виртуальные лаборатории – «Живая геометрия», СвоП 2.0, Конструктивная геометрия и пр. Но, разработчики этих программных продуктов не ставили целью формирование с их помощью умения применять полученные знания и умения в практической деятельности. Поэтому необходимо разработать некоторые принципы построения виртуальных лабораторий, чтобы они отвечали сегодняшним требованиям образования.

Живоглядов В.П. и Ямпольская С.А. [1] дают следующую терминологию: «виртуальная лаборатория - это информационная система, созданная на базе продвинутых компьютерных и телекоммуникационных технологий и предназначенная для:

- проведения разного рода научных исследований без непосредственного личного физического контакта исполнителей,
- коллективной разработки научно-исследовательских и научно-технических проектов с использованием территориально распределенных рабочих мест,
- коллективной работы многих пользователей, с использованием общих информационных ресурсов и инструментальных систем в Internet/Intranet.

Г.Б. Паршукова дает такую формулировку [5]: «виртуальную лабораторию можно рассматривать как аппаратно-программный инструментальный, используемый в качестве объектно-ориентированной информационной среды для эффективного интерактивного взаимодействия пользователя со средой моделирования. Это позволяет обучающемуся, расположенному на любом расстоянии от объекта, в интерактивном режиме оперативно конструировать в операционной среде компьютера изображение передней панели нужного инструмента или группы инструментов – испытательную лабораторию для выполнения требуемой задачи».

В рамках Объединенного проекта, утвержденного приказом Минобразования РФ от 16.06.2000 № 1791 "О создании Объединенного проекта по разработке нормативно-правовых документов и отраслевых стандартов дистанционного обучения" [4] авторским коллективом приводится следующее определение: виртуальная лаборатория дистанционного обучения - лаборатория удаленного доступа, в которой реальное учебно-исследовательское оборудование заменено средствами математического моделирования.

Среди этих определений можно выделить общие черты: виртуальная лаборатория – это набор инструментов, для исследования моделей пользователями по сети. С помощью виртуальной лаборатории пользователь может наблюдать объект или явление в динамике, производить исследования и получать новые сведения об объектах.

Возможность виртуально, т.е. посредством компьютера, осуществлять деятельность по исследованию объектов, явлений, а также, пытаться разрешить проблемы, является средством для формирования необходимого уровня компетентности у учащихся. Исходя из этого, определим виртуальную лабораторию как *программное средство, состоящее из набора проблемных задач предметной области и виртуальных инструментов для моделирования этих задач, постановки различных экспериментов, способствуя тем самым формированию компетентностей у учащегося.*

При построении виртуальной лаборатории по геометрии основным источником методических требований являлся стандарт основного общего образования (раздел «Планиметрия», 7-9 классы). Рассматривались требования к уровню подготовки выпускников, сформулированные как «ученик должен использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для:

- описания реальных ситуаций на языке геометрии;
- расчетов, включающих простейшие тригонометрические формулы;
- решения геометрических задач с использованием тригонометрии
- решения практических задач, связанных с нахождением геометрических величин (используя при необходимости справочники и технические средства);
- построений геометрическими инструментами (линейка, угольник, циркуль, транспортир)».[6]

Виртуальная лаборатория должна содержать набор проблемных ситуаций практического характера. Эти ситуации могут быть представлены в виде описательной модели или в виде рисунка. В учебниках геометрии, которые в настоящее время используются в обучении, условия большинства задач уже частично формализованы, т.е. ученику не составляет труда определить что дано, а что требуется найти. Также, формулировки задач абстрактны, связь с реальной ситуацией отсутствует. Таким образом, столкнувшись на практике с подобной задачей, у ученика возникают большие трудности. Например, учеником изучены все три признака равенства треугольников. Он умеет доказывать эти признаки, решать типовые задачи с их использованием. Когда учитель сообщает, что эти теоремы имеют большое значение в практической жизни, например при измерении недоступных расстояний, целесообразно подкрепить эти слова набором следующих задач [3].

1. От пункта А к острову В требуется провести телефонную связь. Как, не переплывая реку, определить необходимое количество (длину) телефонного кабеля? Рис. 1.

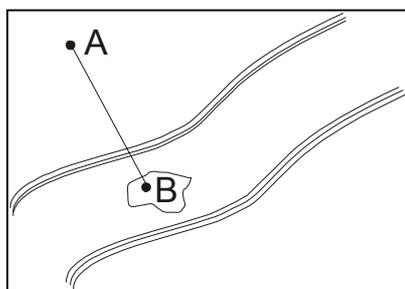


Рис. 1

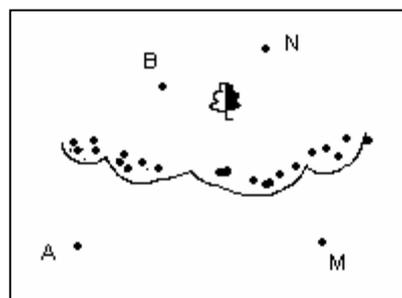


Рис. 2

2. Два пункта А и В находятся на противоположных берегах озера. Как определить расстояние между ними? В распоряжении имеется прибор, позволяющий измерить любой угол.

3. Из пунктов А и М, расстояния между которыми известно, требуется прорубить просеки в направлениях АВ и MN. Определить длину каждой просеки до точки их пересечения. Рис. 2.

Деятельность ученика по описанию этих ситуаций будет заключаться в построении чертежа, со всеми известными соотношениями, который будет являться геометрической моделью предложенной реальной ситуации, или же в формальной записи всех известных соотношений. Язык формализации ничем не должен отличаться от языка предметной области. Решая задачу по геометрии, сначала необходимо четко сформулировать, что дано, а что требуется найти или доказать. На этом этапе необходимо обозначить формально все известные фигуры (точки, прямые, отрезки, треугольники, четырехугольники, окружности и пр.) и их отношения (принадлежность, параллельность, пересечение, подобие и пр.). С этой целью виртуальная лаборатория должна иметь средства для формализации, т.е. уметь распознавать формальные записи учащегося и отслеживать их правильность.

При проведении расчетов, включающих простейшие тригонометрические формулы, необходимо наличие средств, позволяющих быстро вычислять углы по синусам, косинусам, тангенсам и котангенсам. При решении задач по геометрии без участия компьютера, учащийся пользуется для этих целей инженерным калькулятором или таблицами Брадиса. Эту работу может выполнять и виртуальная лаборатория. Что же касается преобразований тригонометрических выражений, то эту деятельность от исходного выражения до результата должен осуществлять учащийся. Роль виртуальной лаборатории в этом случае состоит в пошаговом контроле каждого преобразования, сделанного пользователем. Эту функцию выполняет специальный модуль виртуальной лаборатории – геометрический калькулятор. Помимо стандартных операций – вычисление синуса, косинуса, тангенса, логарифма и пр., он содержит формулы преобразований тригонометрических выражений. Эти формулы представляет собой инструменты, с помощью которых ученик проводит вычисления в лаборатории, однако, целесообразность использования той или иной формулы полностью зависит от компетентности ученика.

При решении геометрических задач с использованием тригонометрии необходимо, во-первых, наличие в виртуальной лаборатории набора таких задач. Банк задач виртуальной лаборатории по геометрии должен содержать задачи на вычисление, доказательство и построение, т.к. способы рассуждений, а также, ход решения задачи может отличаться. Во-вторых, виртуальная лаборатория должна содержать в качестве инструментов формулировки определений, аксиом и теорем. Дело в том, что при решении практических задач по геометрии учащийся сталкивается с проблемой доказательства правильности

решения. Здесь важно проследить логику рассуждений учащегося. Геометрия оперирует достаточно ограниченным набором понятий, аксиом и теорем. На основе этого базиса доказываются все остальные утверждения и теоремы. Поэтому, весь этот базис необходимо предоставить пользователю. Прежде чем применить к задаче, например, определение синуса угла, пользователю необходимо сначала определить, все ли необходимые соотношения присутствуют, т.е. имеется ли прямоугольный треугольник (синус угла определяется как отношение противолежащего катета к гипотенузе прямоугольного треугольника), известны ли длины катета, который противолежит углу, и гипотенузы. Эти данные могут быть получены либо из построения, либо известны из условия задачи, либо могут быть следствием применения пользователем других определений, аксиом или теорем. В случае отсутствия каких-либо данных, лаборатория блокирует дальнейшую работу пользователя. В этом случае, необходимо либо избрать иной ход рассуждений, либо выполнить какие-то промежуточные действия, чтобы выяснить справедливость данных соотношений. Если пользователь, применяя то или иное определение теореме или аксиоме, ссылался на уже известные данные, система предьявляет новые соотношения, вытекающие из этой теоремы. Из определения синуса острого угла прямоугольного треугольника следует числовое значение синуса (а в некоторых случаях и значение самого угла), из первого признака равенства треугольников может следовать равенство соответствующих углов, сторон. Эти сведения помогут учащемуся достигнуть цели на следующем этапе решения задачи.

Для реализации построения в виртуальной лаборатории необходимо наличие инструментов для построения чертежа. Это еще одно требование к виртуальной лаборатории, которое следует из стандарта. В реальной жизни при обучении геометрии учащийся строит чертеж с помощью линейки, циркуля и карандаша. Для измерения используется та же линейка, но с измерительной шкалой, и транспортир. Это минимальный набор инструментов и, в принципе, он достаточен. В виртуальной лаборатории также не должно быть нагромождения инструментов. Достаточно следующих: точка, прямая, отрезок, дуга, окружность, измерительная линейка, транспортир. С помощью точек, прямых, отрезков, дуг и окружностей можно построить любой чертеж, т.к. всякая геометрическая фигура состоит из точек, а использование остальных фигур позволят уменьшить время на построение чертежа. Важно отслеживать соотношения между этими графическими объектами: пересечение, параллельность, перпендикулярность и др. В процессе выполнения чертежа пользователь имеет возможность изменить его (например, преобразовывать остроугольный треугольник в тупоугольный, прямоугольник в трапецию т.д.) не нарушая при этом всей композиции, т.е. построений, сделанных до преобразования. Причем эти построения изменятся в соответствии со сделанным преобразованием. Тем самым легко наблюдать за изменяемыми и

неизменяемыми свойствами объекта, также можно обнаружить собственную ошибку в построении. Измерение углов, отрезков производится с помощью инструментов для измерения: транспортира и линейки. Особенность их в том, что пользователь может изменять шкалу измерения. Однако, в некоторых задачах, требующих вычисления углов или сторон средствами тригонометрии, эти инструменты являются лишь помощниками ученику, который хочет проверить свое решение.

Для того, чтобы виртуальная лаборатория являлась инструментом для формирования компетентности у учащегося, необходимо более детально остановиться на самом понятии компетентность. Ивановым Д. А. дается следующее определение [2]: компетентность - это характеристика, даваемая человеку в результате оценки эффективности/результативности его действий, направленных на разрешение определенного круга значимых для данного сообщества задач/проблем. Исследователями Кембриджского университета М.Холстедом и Т.Орджи были сформулированы 5 уровней компетентности [7]. Но только первые 2 могут быть достигнуты за счет школьного курса геометрии.

1. Ученик в состоянии убедиться, что правильно понял предлагаемую ему проблему, и сделать два предложения по ее решению.

2. Ученик должен показать, что в состоянии увидеть проблему, описать ее основные характеристики и предложить два способа ее решения.

Первый уровень компетентности представлен в виртуальной лаборатории возможностью формализовать проблему. Учащийся должен сам определить, как перевести проблему с бытового языка на язык данной предметной области, уметь определять последовательность собственных действий по решению данной проблемы. Для того чтобы учащийся мог действовать по второму уровню компетентностей, виртуальная лаборатория должна поддерживать возможность моделирования и проведения эксперимента. Ученик должен свободно пользоваться той информацией, которую он получил из формулировки проблемы. Варьируя параметры, моделируя проблемы различными способами, ученик лучше понимает поставленную перед ним задачу, а значит, вероятность правильного ее разрешения возрастает. Чем больше способов деятельности для решения одной проблемы имеются в арсенале ученика, тем более глубоко разбирается он в учебном материале, значит, он более компетентен. Если учащийся прошел все этапы решения задачи (от моделирования до получения результата), то мы можем сказать о системности и полноте его знаний. А вот решив одну задачу несколькими способами, ученик может перенести знания и возможные действия учащегося при их решении с помощью виртуальной лаборатории.

Задача. Определить расстояние до недоступной точки. Рис.1.

Для этой задачи существует несколько решений. Компетентный учащийся должен продемонстрировать, по крайней мере, 2 способа решения данной

проблемы (согласно уровням компетентности, предложенным М.Холстедом и Т.Орджи).

Для начала ученик формализует данную проблему, т.е. находит цель, к которой нужно свести все доказательство – отыскать такую точку  $C$ , чтобы расстояние  $AC=AB$ , причем точка  $C$  должна быть доступна. Затем нужно выбрать способ нахождения такой точки  $C$ . Например, сведение задачи к равенству двух треугольников. Для этой цели учащийся с помощью инструментов виртуальной лаборатории должен построить произвольную точку  $C$ , отложить отрезок  $DC=AC$ . Через точку  $D$  построить прямую  $DE$  так, чтобы  $\angle CDE=\angle CAB$  (построение на рис. 3). Соединить точки  $B$  и  $E$ .

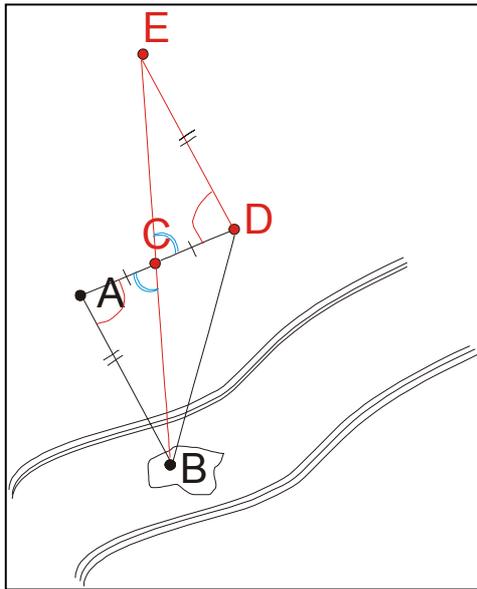


Рис. 3.

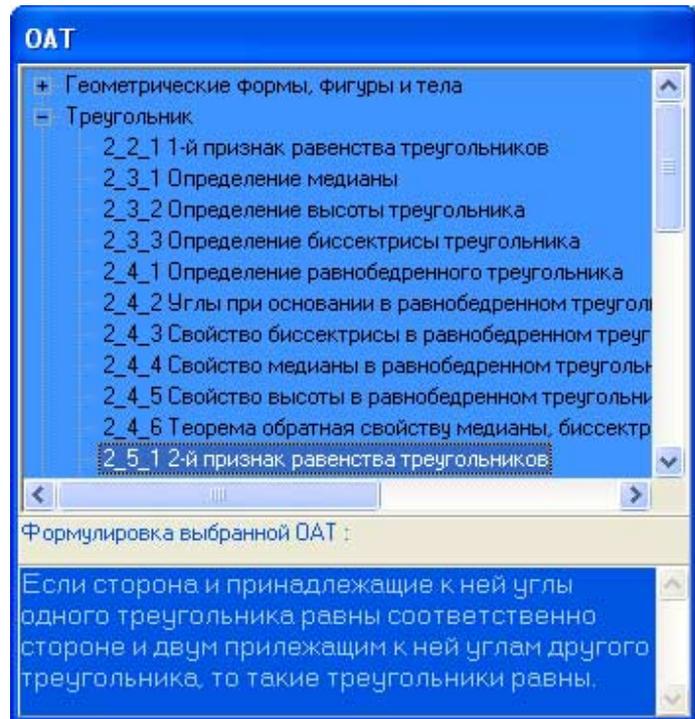


Рис. 4. Фрагмент виртуальной лаборатории с перечнем определений, аксиом и теорем.

Получившиеся треугольники  $ABC$  и  $CDE$  равны друг другу по II признаку равенства треугольников. Следовательно,  $AB=DE$ ,  $DE$  можно измерить.

Данное построение необходимо доказать. В перечне определений, аксиом и теорем выбирается II признак равенства треугольников. В появившемся окне пользователю необходимо ввести все необходимые соотношения (рис. 4, 5).

Другой способ, который может предложить учащийся, связан с сведением задачи к теореме о средней линии треугольника: пусть недоступна точка  $B$ . Выбрав произвольно точку  $C$ , находим середину стороны  $AC$  – точку  $D$ .

Проводим  $DE \parallel AB$  до пересечения с прямой  $AC$ , тогда  $AB=2DE$  (построение на рис. 6). Здесь уже выбор будет за теоремой о

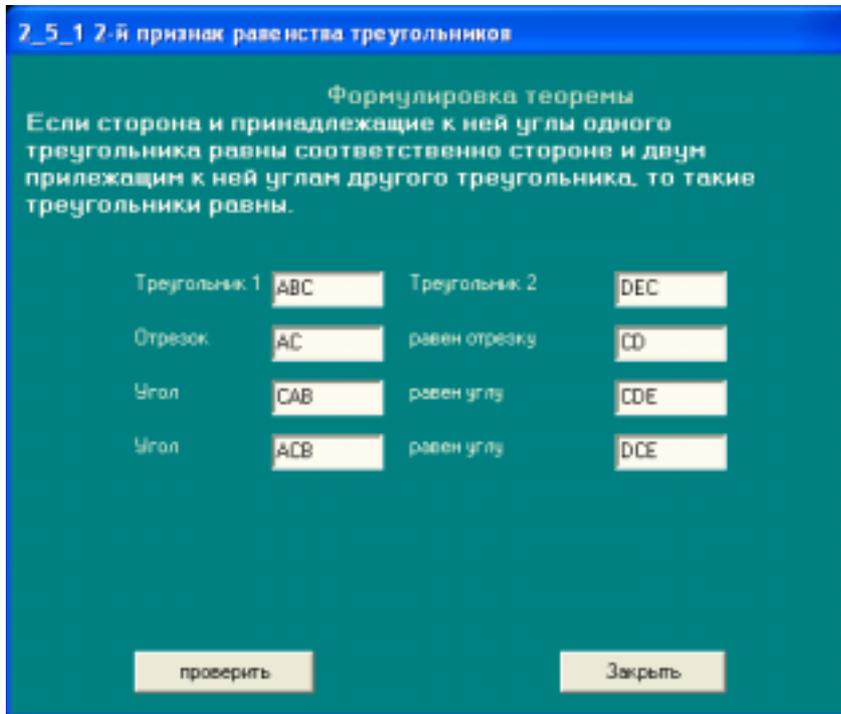
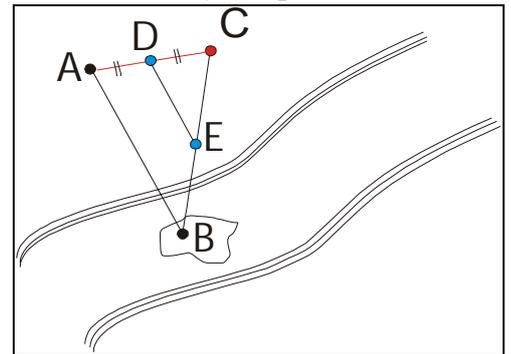


Рис. 5. Окно для указания необходимых соотношений в выбранном инструменте для

названия всех точек, отношения объектов (принадлежность точек прямой, пересечение отрезков, длины отрезков, угол наклона прямой и пр.). На заключительном этапе решения задачи, когда необходимо либо проверить числовой ответ пользователя, либо принять доказательство, все соотношения сверяются с информацией, находящейся в базе данных. Если исходные соотношения были найдены (т.е. действительно для первого способа существует 2 треугольника  $ABC$  и  $DEC$ ,  $\angle CDE = \angle CAB$ ,  $\angle ACB = \angle DCE$ ,  $AC = CD$ ), программа принимает эту теорему как выполненную.

Виртуальная лаборатория как компьютерное обучающее средство представляет новый класс прикладных программных продуктов, обеспечивающих не только передачу знаний, а формирующих различные способы деятельности по применению на практике полученных знаний. Исследовательская деятельность, включающая моделирование и поиск решения, являются неотъемлемой частью реализации компетентного подхода, на котором основан стандарт основного общего образования. Исходя из представленных в настоящей статье подходов, осуществляется программная реализация виртуальной лаборатории по геометрии.



средней линии треугольника.

Рис. 6

### **Библиографический список:**

1. *Живоглядов В.П., Ямпольская С.А.* О создании виртуальных лабораторий для разработки и исследования компьютерных информационных систем / (ИИМОП, КГНУ)
2. *Иванов Д.А., Митрофанов К.Г., Соколова О.В.* Компетентностный подход в образовании. Проблемы, понятия, инструментарий. Учебно-методическое пособие. - М: АПК и ПРО, 2003. -101 с.
3. *Лиман М.М.* Практические задачи по геометрии для восьмилетней школы. М-1961.
4. Объединенный проект, утвержденный приказом Минобразования РФ от 16.06.2000 № 1791 «О создании Объединенного проекта по разработке нормативно-правовых документов и отраслевых стандартов дистанционного обучения» // [[http://db.informika.ru/do/news/doc/up\\_f.rtf](http://db.informika.ru/do/news/doc/up_f.rtf)]
5. *Паршукова Г.Б.* Виртуальная лаборатория как специфический инструмент технологии дистанционного образования: обзор проблемы
6. Стандарт основного общего образования по математике / Российский общеобразовательный портал // [[http://www.school.edu.ru/dok\\_edu.asp](http://www.school.edu.ru/dok_edu.asp)].
7. *Холстед М., Орджи Т.* Ключевые компетенции в системе оценки Великобритании // Современные подходы к компетентностно-ориентированному образованию: Материалы семинара / Под ред. А.В. Великановой. – Самара.: Профи, 2001.
8. *Хуторской А.В.* Определение общепредметного содержания и ключевых компетенций как характеристика нового подхода к конструированию образовательных стандартов// [<http://www.eidos.ru/journal/2002/0423.htm>]