

СОДЕРЖАТЕЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИИ В ПРОФИЛЬНОЙ ШКОЛЕ (на примере профильного элективного курса «Геометрия на компьютере»)

Родионов Михаил Алексеевич,

доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и методики обучения информатике и математике Пензенского государственного университета, e-mail: do7tor@mail.ru

Акимова Ирина Викторовна,

кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информатики и методики обучения информатике и математике Пензенского государственного университета, учитель информатики МБОУ «Лицей современных технологий управления» г. Пензы, e-mail: ulrih@list.ru

Баландин Игорь Александрович,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики и методики обучения информатике и математике Пензенского государственного университета, e-mail: da-mc@mail.ru

В ПРЕДЛАГАЕМОЙ СТАТЬЕ ОБОСНОВЫВАЕТСЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ «ГЛУБОКОГО ВНЕДРЕНИЯ» КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ СТАРШЕКЛАССНИКОВ МАТЕМАТИКЕ В КЛАССЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ. ОПИСАНА МЕТОДИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЭТИХ ТЕХНОЛОГИЙ, ВЫДЕЛЕНА УСЛОВИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ПОКАЗАНЫ ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ХОДЕ РАБОТЫ ПО РЕШЕНИЮ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПОИСКОВОГО ХАРАКТЕРА. ПРЕДЛАГАЕМЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ РЕАЛИЗОВАНЫ В РАМКАХ ПРОФИЛЬНОГО ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «ГЕОМЕТРИЯ НА КОМПЬЮТЕРЕ», КОТОРЫЙ БЫЛ УСПЕШНО АПРОБИРОВАН В ОДНОЙ ИЗ ШКОЛ ГОРОДА ПЕНЗЫ.

• информационные образовательные технологии • элективный курс • геометрическая задача • учебно-поисковый процесс • профильное обучение

Постановка проблемы

Концептуальные основы обучения в классах информационно-технологического профиля заложены в работах А.А. Кузнецова, А.А. Пинского, М.В. Рыжакова и других учёных. В работах упомянутых авторов, в частности, указывалось, что ведущей целью обучения по указанному профилю является формирование высокого уровня информационной компетентности. Данная компетентность не только формируется на предме-

тах сугубо информационного плана, но и является важным дидактическим средством применительно ко всем остальным дисциплинам.

Большинство научно-методических и учебно-методических работ, посвящённых информационно-технологическому профилю, нацелены прежде всего на методику обучения информатике как основному профильному предмету, а также на особенности построения содержания элективных курсов

по информатике («Компьютерные технологии в делопроизводстве», «Математическое моделирование» и т.д.) [3, 4, 10].

На наш взгляд, недостаточно исследованными при этом остаются вопросы организации и функционирования системы профильного обучения различным дисциплинам (и прежде всего математике) в аспекте применения дидактических и развивающих возможностей средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Как показывают наблюдения авторов статьи, использование указанных технологий на уроках математики до сих пор осуществляется от случая к случаю, без опоры на «внятную» идеологию такого использования; часто использование выполняет только сугубо иллюстративную функцию, не задействуются «сильные» стороны программных средств (моделирующие, вычислительные, архивные возможности). Сказанное обуславливает целесообразность определения условий и возможностей эффективного включения информационных технологий в содержательно-методический тезаурус обучения математике в классе информационно-технологического профиля.

Методологический и технологический инструментарий

Вполне очевидно, что при организации обучения в классе информационно-технологического профиля именно современные информационные технологии могут служить стержневой основой, на которой может строиться методика обучения всем предметам. В данном контексте становится возможным не просто изучение базовых и профильных предметов, но и эффективное развитие алгоритмического, системного, критического мышления на основе целенаправленной актуализации межпредметных связей информатики и смежных дисциплин. Среди этих дисциплин особую роль играет математика, являющаяся своеобразным фундаментом для разработки различных программных продуктов [11].

Характер профильного обучения подразумевает усиление значимости метапредметных и личностно ориентированных умений (сформированность общих способов интеллектуальной деятельности, характерных

для математики; развитые способности к умственному эксперименту, преодолению мыслительных стереотипов, вытекающих из обыденного опыта; развитый интерес к творчеству, имеющему, как правило, межпредметный характер). Такой подход предполагает не столько освоение фиксированных приёмов математической учебной деятельности, сколько усиление практической направленности обучения, формирование у школьника способности к выявлению новых связей, обобщению и трансформации изученного для решения новых задач, к овладению новыми знаниями.

Немаловажную роль в таком формировании могут играть дидактические возможности информационных технологий и в первую очередь визуализация учебной информации и динамическое моделирование изучаемых или исследуемых объектов [1]. Одним из наиболее эффективных инструментов, реализующих идеи компьютерной визуализации и динамического моделирования в математике, являются специализированные компьютерные программы — конструктивные творческие среды [11]. Внедрение указанных сред в обучение различным предметам не должно идти спонтанно, нерегулируемо, без чёткого осознания идеологии такого внедрения и его планируемых эффектов. В основу данной идеологии может быть положен ряд принципов, следование которым сделает использование информационных технологий более продуманным и предсказуемым. Такие принципы имеют базовый характер, позволяющий конструировать курсы математического содержания на основе использования информационных технологий. Среди указанных принципов стоит отметить принцип визуализации, принцип рационального сочетания традиционных и информационных технологий и принцип прогнозирования.

Принцип визуализации рассматривается нами шире, чем обычный традиционный принцип наглядности. Данный принцип призывает обеспечивать единство развития учащихся с различными типами мышления. Принято, например, считать, что люди гуманитарного склада ума лучше воспринимают слово, а технического — символы. Визуальное представление информации с помощью информационных технологий призывает сгладить эти различия, даёт нам

инструменты как для демонстрации готовых образов, заложенных в задаче, так и для формирования новых, отражающих структуру задачи.

Принцип рационального сочетания традиционных и информационных технологий имеет метапредметный характер [8]. Он должен лежать в основе конструирования любого курса, любого урока, на котором планируется использование информационных технологий. Данный принцип предполагает дидактически и методически обоснованный отбор предметного содержания, который будет представлен с помощью традиционных средств, с одной стороны, и с помощью компьютерной реализации, с другой. Также необходимо оценивать целесообразную последовательность и взаимовлияние традиционного и компьютерного материала. В целом использование информационных технологий должно быть адаптировано согласно возрастным и дидактическим особенностям аудитории, подчиняться общим целям, поставленным перед конкретным уроком, лекцией, практической работой.

Принцип прогнозирования понимается как предвидение с последующей коррекцией результатов применения информационных технологий в подготовке учащихся. Ориентир идёт не только на текущие потребности ученика, но и на перспективы продолжения образовательной траектории, в частности, в высших учебных заведениях. Применение этого принципа предполагает наличие опережающего характера использования информационных технологий.

Рассмотрим особенности реализации данных принципов на примере профильного элективного курса межпредметной направленности «Геометрия на компьютере», который рассматривался авторами статьи в качестве своеобразного полигона для апробации предлагаемых методических решений [5, 9]. Данный элективный курс предлагается для проведения в 10-м классе и направлен на формирование исследовательских умений старшеклассников в ходе решения геометрических задач поискового характера. Одной из его смежных задач является развитие компетенций школьников по рациональному использованию информационных технологий при решении мате-

матических задач. Постепенно передвигаясь по темам курса, учащиеся осваивают основные методы и приёмы решения геометрических задач, начиная от геометрии на плоскости и заканчивая геометрией в пространстве. Данный элективный курс обогащает содержание базового курса геометрии дополнительным задачным материалом поискового характера, с одной стороны, а с другой — создаёт основу для формирования необходимых информационных компетенций.

Для работы над каждой темой предполагается информационная поддержка в виде динамических иллюстраций (которые далее описаны более подробно), что является естественным выражением принципа визуализации. Принцип прогнозирования реализуется в ориентации данного электива на конкретный информационно-технологический профиль, обеспечивающей реализацию одной из первых ступеней индивидуальной образовательной траектории учащегося, мотивирующей его на продолжение образования на технических факультетах вуза.

Принцип рационального сочетания традиционных и информационных технологий находит своё отражение, в частности, в том, что для каждой темы используемые электронные образовательные ресурсы привлекаются не спонтанно, а исходя из их возможностей для интенсификации поисковых процессов школьников, с учётом специфики реализации этих процессов при решении геометрических задач.

В качестве информационной поддержки данного элективного курса авторами был выбран математический пакет GeoGebra. Данный выбор обусловлен следующими его преимуществами. GeoGebra представляет собой бесплатную кроссплатформенную динамическую математическую программу для всех уровней образования, включающую в себя геометрию, алгебру, таблицы, графы, статистику и арифметику, в одном удобном для использования пакете (рис. 1). Основная идея здесь заключается в интерактивном сочетании геометрического, алгебраического и числового представления [11]. В настоящее время доступна онлайн-версия продукта на сайте <https://www.geogebra.org/>.

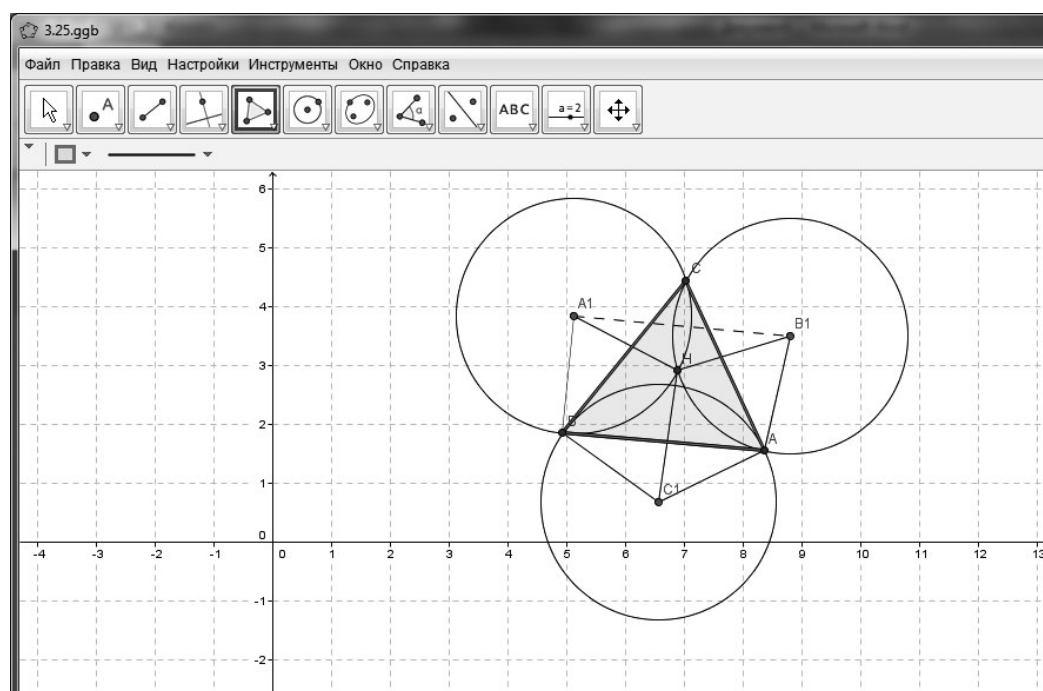


Рис. 1. Интерактивная образовательная среда GeoGebra

Содержательно-методическая характеристика профильного элективного курса «Геометрия на компьютере»

Рассмотрим более подробно содержательно-методические особенности предлагаемого курса [2]. Ниже представлены тематическое планирование и характеристика его разделов.

Тема 1. Знакомство с программными средствами реализации компьютерной математики

Учащиеся должны знать и уметь: выполнять геометрически построения и преобразова-

ния фигур в математических пакетах GeoGebra, «Живая математика».

Тема 2. Геометрия окружностей

Учащиеся должны знать: определение касательной к окружности, определение хорды, основные свойства касательной, определение величины угла между двумя пересекающимися окружностями.

Тема 3. Треугольники и многоугольники

Учащиеся должны знать: определение вписанной и описанной окружности, соотношения между элементами вписанного и описанного треугольника и радиусами соответству-

Программа элективного курса «Геометрия на компьютере»

№	Тема	Количество часов
1	Знакомство с программными средствами реализации компьютерной математики	1
2	Геометрия окружностей	3
3	Треугольники и многоугольники	4
4	Координатный метод решения задач	2
5	Геометрические места точек и построения	4
6	Геометрические элементы в пространстве	4
	Итого:	18

ющих окружностей. Определение выпуклого многоугольника, описанного и вписанного многоугольника.

Тема 4. Координатный метод решения задач

Учащиеся должны знать: координаты точки на плоскости и в пространстве, основные формулы для вычисления расстояния между двумя точками, расстояние от точки до прямой, от точки до плоскости, свойства векторов.

Тема 5. Геометрические места точек и построения

Учащиеся должны знать: определение геометрического места точек, принципы решения задач на поиск геометрического места точек, три важнейших геометрических места точек.

Тема 6. Геометрические элементы в пространстве

Учащиеся должны знать: определение двугранного угла, определение многогранника, его основных элементов. Основные виды многогранников и их свойства.

Далее опишем методические особенности различных этапов работы с задачей, выте-

кающие из возможностей современных пакетов компьютерных программ (на примере пакета GeoGebra). Каждый из этих этапов реализуется в контексте деятельностного подхода и предполагает интерактивное взаимодействие всех участников учебно-поискового процесса [3, 4].

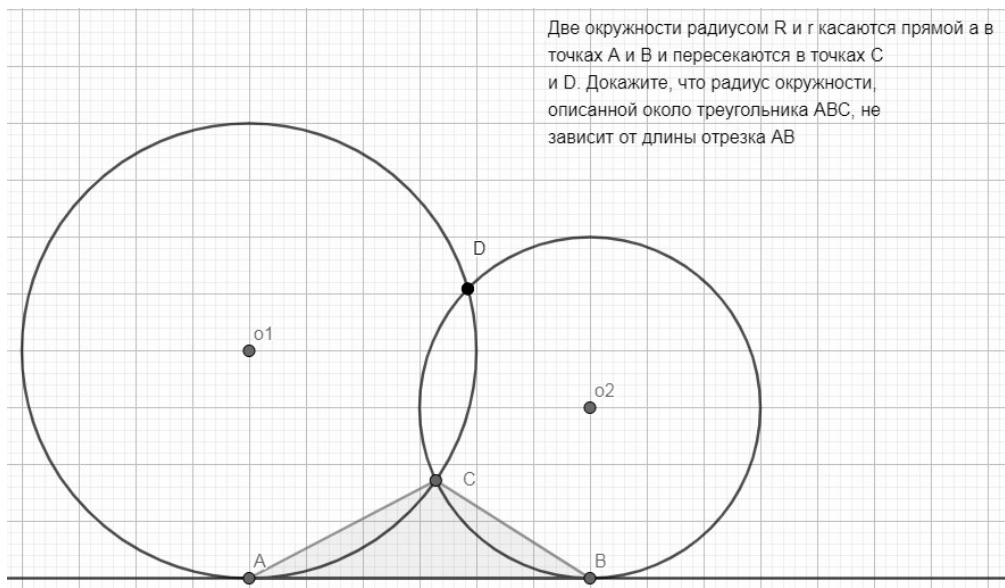
1. Реализация поисковой функции

Заключается в разработке и применении учителем интерактивных иллюстраций, которые позволяют ученику не только «увидеть», но и «потрогать» геометрические фигуры, речь о которых идёт в задаче, в динамике, рассмотреть различные положения и конфигурации геометрических объектов, изменять их положение, размер, угол наклона для лучшего понимания смысла задачи.

Проиллюстрируем данную функцию на примере следующей задачи (Тема 2. Геометрия окружностей).

Две окружности радиусом R и r касаются прямой в точках A и B и пересекаются в точках C и D . Докажите, что радиус окружности, описанной около треугольника ABC , не зависит от длины отрезка AB .

Учитель предлагает учащимся интерактивную иллюстрацию (рис. 2–3).



Две окружности радиусом R и r касаются прямой в точках A и B и пересекаются в точках C и D . Докажите, что радиус окружности, описанной около треугольника ABC , не зависит от длины отрезка AB

Рис. 2. Иллюстрация к задаче в среде GeoGebra

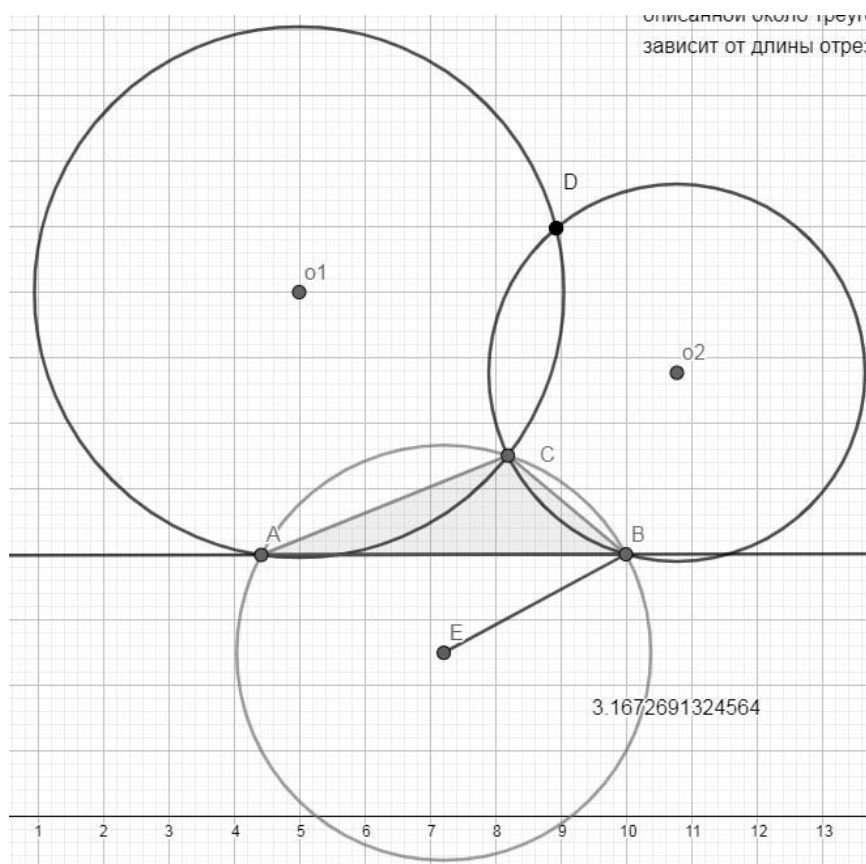


Рис. 3. Иллюстрация к задаче в среде GeoGebra

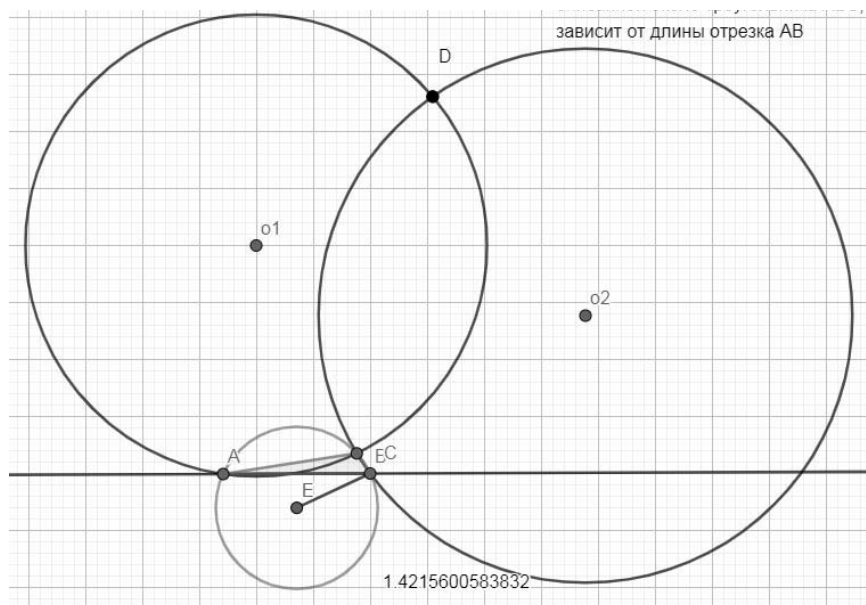


Рис. 4. Иллюстрация к задаче в среде GeoGebra

Учащиеся начинают в интерактивном формате работать с данной иллюстрацией, изменяя величину отрезка AB (рис. 4).

Ученики видят, что при изменении отрезка меняется и окружность, описанная около треугольника ABC . Поэтому может

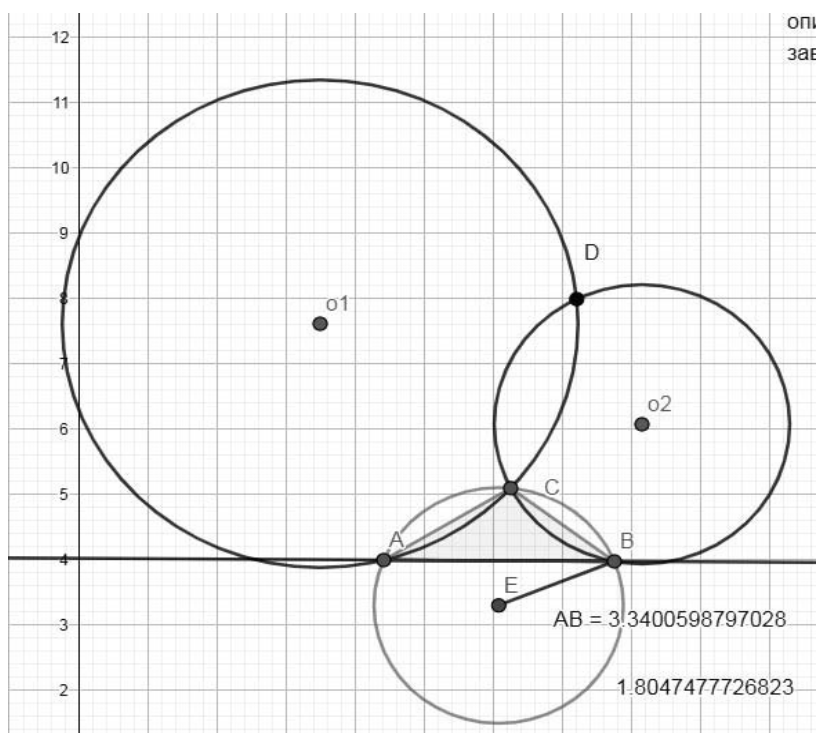


Рис. 5. Иллюстрация к задаче в среде GeoGebra

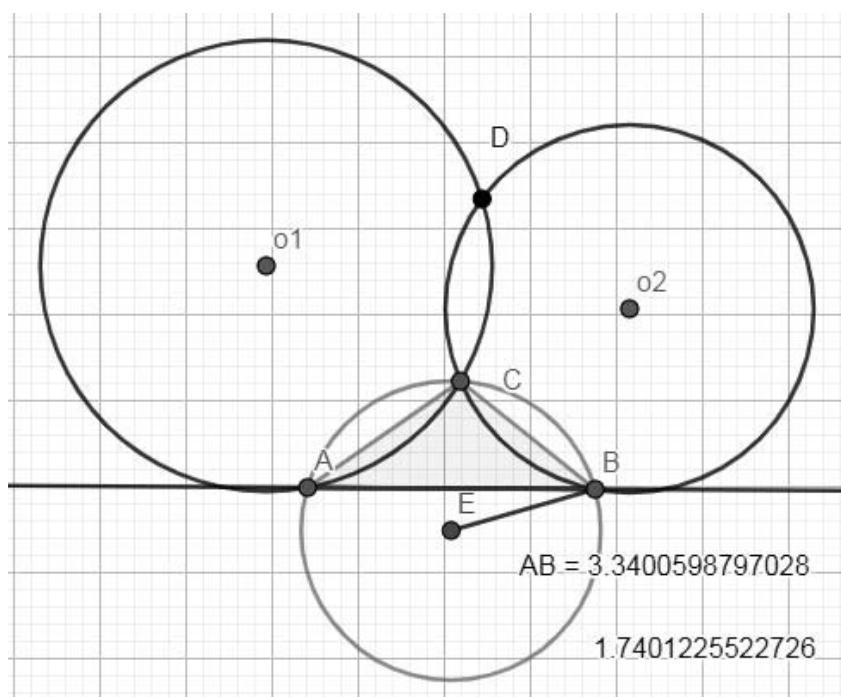


Рис. 6. Иллюстрация к задаче в среде GeoGebra

создаться ошибочное впечатление, что утверждение задачи неверно и радиус окружности зависит от длины отрезка AB .

Далее можно предложить ученикам отразить на иллюстрации длину отрезка AB . И изменять величины радиусов окружностей, не меняя отрезка AB (рис. 5–6).

Можно отметить, что отрезок AB не изменился, но при увеличении или уменьшении радиусов окружностей меняется и радиус описанной около треугольника ABC окружности.

Таким образом, учащиеся естественным образом приходят к необходимости доказательства утверждения задачи.

2. Реализация конструктивной функции

Данная функция находит своё наиболее частое применение при решении геометрических задач. Использование информационных технологий позволяет достаточно оперативно делать корректные интерактивные чертежи плоскостных фигур, пространственных многогранников, сечений многогранников и фигур вращений. Богатство инструментов GeoGebra в настоящее время позволяет выполнять и 3D-построения (рис. 7–9).

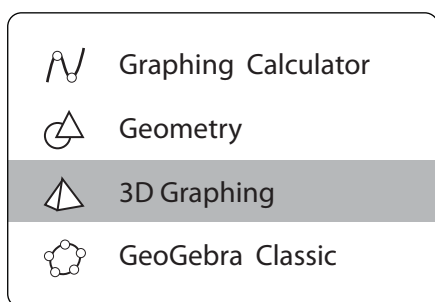


Рис. 7. Режим 3D GeoGebra

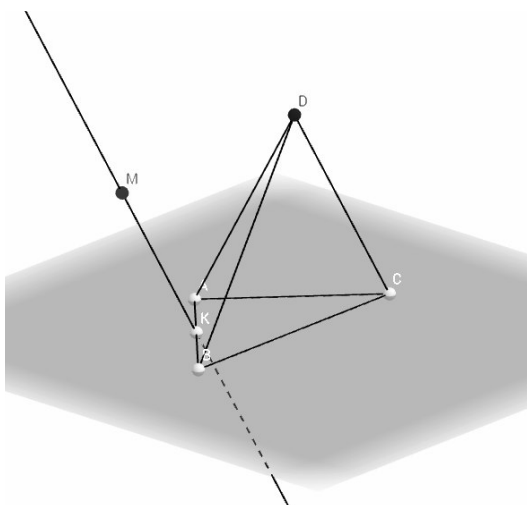


Рис. 8. 3D-построение в среде GeoGebra

3. Реализация функции открытия

Заключается в том, что применение информационных технологий помогает учащимся сделать выводы о том или ином взаимном положении геометрических фигур, виде сечения, пространственном положении и т.д., т.е. сделать некое «геометрическое открытие». Далее проиллюстрируем применение данной функции.

Задача (Тема 5. Геометрические места точек и построения). Вершина прямого угла треугольника ABC перемещается по оси OX , вершина B — фиксированная точка оси OY , которой также принадлежит точка C . Через вершины A и C проведены перпендикуляры к осям OX и OY , соответственно. D — их точка пересечения. Определить вид кривой, описываемой точкой D , и найти уравнение этой кривой, если известно, что ордината точки B равна b .

Данный вид задач традиционно вызывает определённые сложности у учащихся, поэтому несомненную помощь при решении подобных задач оказывают информационные технологии.

Учащимся может быть предложена интерактивная иллюстрация (рис. 10–11).

Учащиеся работают с иллюстрацией, изменяя положение соответствующей точки. Точка D оставляет след на координатной плоскости. В результате её движения на иллюстрации отображается следующая кривая (рис. 12).

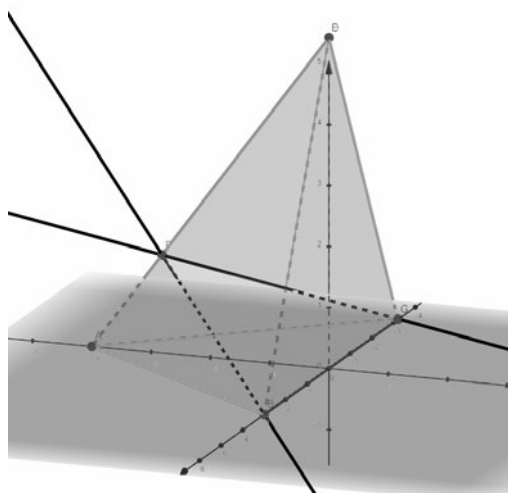


Рис. 9. Построение сечения в среде GeoGebra

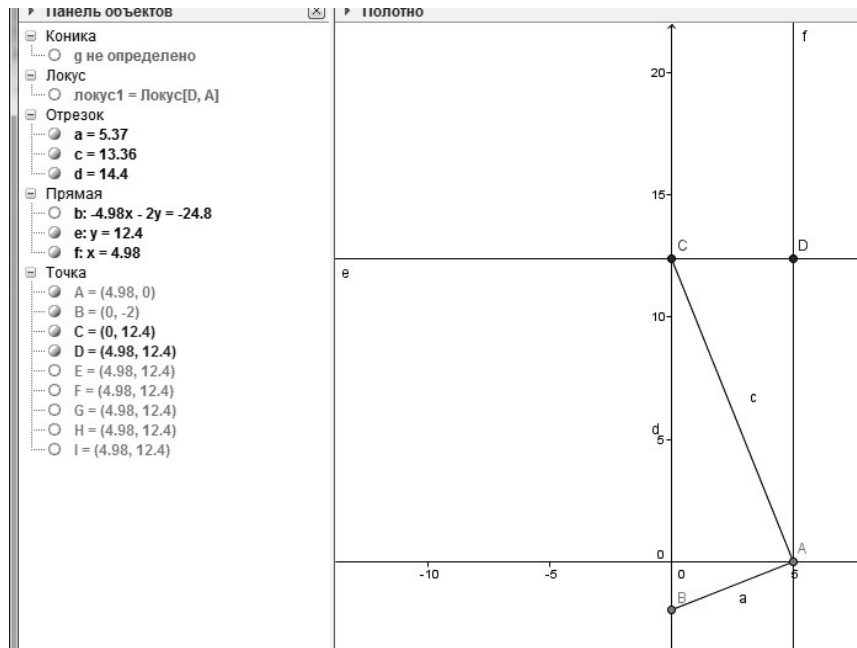


Рис. 10. Иллюстрация к задаче в среде GeoGebra

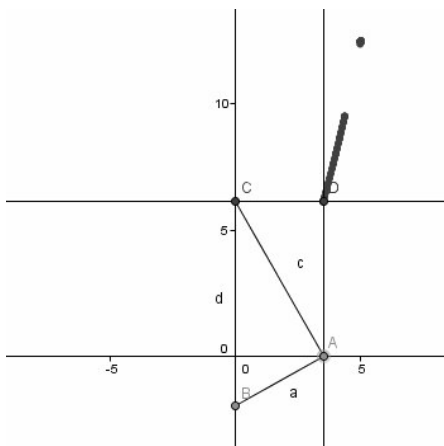


Рис. 11. Иллюстрация к задаче в среде GeoGebra

Опираясь на полученную иллюстрацию, учащиеся смогут сделать вывод о характере полученной кривой.

Кроме того, в среде имеется специальный инструмент «Коника по пяти точкам», которая в случае необходимости может дать подсказку об уравнении кривой (рис. 13).

Conics



Рис. 13. Инструмент «Коника по пяти точкам» в среде GeoGebra

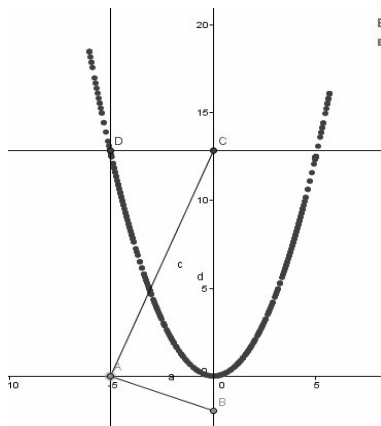


Рис. 12. Иллюстрация к задаче в среде GeoGebra

После совершённого открытия учащиеся смогут продолжить доказательную и аналитическую работу над задачей.

Заключение

В статье показано, как в рамках предлагаемого элективного курса можно естественным образом оптимизировать процесс решения геометрической задачи на основе целесообразного привлечения возможностей информационных технологий. Данный аспект особенно важен для учащихся информационно-технологического профиля

в плане усиления развивающего потенциала изучаемого учебного материала и знакомства с возможностями пакетов компьютерных программ.

Для апробации интегративного элективного курса он был предложен для проведения в МБОУ «Лицей современных технологий управления № 2» г. Пензы. По итогам проведения курса выяснилось, что посещавшие его школьники обнаружили большую готовность к полноценному и многостороннему анализу рассматриваемых задачных ситуаций, чем остальные учащиеся. При этом 85% (17 из 20) учащихся успешно использовали при решении задач рассмотренный программный продукт. Как показали результаты выполнения специальных двухуровневых геометрических заданий, существенно усилилась мотивация школьников к изучению геометрии, которую они объяснили возможностью «обойти» неинтересные, скучные этапы решения задач (построение геометрической конфигурации вручную, вычисления по формулам) в пользу актуализации креативных компонентов решения с помощью компьютера (многосторонний анализ ситуации, наведение на открытие закономерности).

К ближайшим перспективам продолжения рассматриваемой работы авторы статьи относят выявление оптимальных возможностей внедрения электронных образовательных средств в методический арсенал базовых курсов, изучаемых в рамках информационно-технологического профиля. Как нам представляется, такое внедрение должно способствовать как повышению информационной компетентности школьников, так и усилению предметных знаний по конкретным дисциплинам. Это позволит формировать у учащихся совокупность профессионально-ориентированных умений, соответствующих профилю, которые они затем будут совершенствовать при продолжении обучения по техническим специальностям в вузах. □

Литература

1. *Акимова И.В., Баландин И.А.* Использование информационных технологий в образовании. — Пенза: ПГПУ им. В.Г. Белинского, 2010. — 111 с.
2. *Баландин И.А.* Методическая система предпрофильной и профильной математической подготовки школьников с использованием интерактивных программных средств обучения (на примере информационно-технологического профиля): дис. ... канд. пед. наук. — Саранск, 2014. — 196 с.
3. *Мелихова Ю.Ю.* Формирование готовности будущего учителя к обучению школьников по информационно-технологическому профилю: дис. ... канд. пед. наук. — Чита, 2009. — 218 с.
4. *Прокудина Ю.А.* Формирование метапредметных знаний старшеклассников в условиях профильного обучения: дис. ... канд. пед. наук. — Нижний Новгород, 2013. — 169 с.
5. *Родионов М.А.* Элективные курсы межпредметного характера как средство профилизации обучения математике // Проблемы подготовки учителя математики к преподаванию в профильных классах: Материалы XXV Всероссийского семинара преподавателей математики ун-тов и педвузов. — Киров; М.: ВятГУ, МГПУ, 2006. — С. 270–271.
6. *Родионов М.А., Гусева Е.В.* Организация рефлексивного поиска пути решения математической задачи на основе деятельностно-процессуального подхода // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. — 2013. — № 4 (28). — С. 205–214.
7. *Родионов М.А., Храмова Н.Н.* Деятельностно-процессуальный подход к обучению школьников поиску пути решения математических задач (методологические предпосылки и примеры реализации): учебно-методическое пособие для студентов и учителей математики. — Пенза, 2007.
8. *Родионов М.А., Храмова Н.Н., Чернецкая Т.А.* Подготовка будущих учителей к обеспечению рационального сочетания традиционных и компьютерно-ориентированных подходов на уроках математики // Информатика и образование. — 2015. — № 8. — С. 57–63.
9. *Родионов М.А., Шакирзянова О.Г.* Реализация развивающего потенциала учебного математического содержания в рамках школьного факультативного курса // Актуальные проблемы обучения физико-математическим и естественно-научным дисциплинам в школе и вузе //

- Сборник статей VII Межрегиональной научно-практической конференции учителей; под общ. ред. М.А. Родионова. — Пенза. — 2016. — С. 121–125.
10. *Соловьянюк Л.Г.* Методика подготовки будущих учителей информатики к реализации сетевой модели организации профильного обучения: дис.... канд. пед. наук. — М., 2008. — 154 с.
 11. *Чернецкая Т.А., Родионов М.А.* Интерактивные творческие среды как средство формирования у школьников элементов математической деятельности исследовательского характера // Информатика и образование. — 2014. — № 3 (252). — С. 36–41.
 12. *Hohenwarter J.* Introduction to GeoGebra / Judith Hohenwarter, Markus Hohenwarter. — Australia, 2012. — 131 p.
- Literatura**
1. *Akimova I.V., Balandin I.A.* Ispol'zovanie informacionnyh tekhnologij v obrazovanii. — Penza: PGPU im. V.G. Belinskogo, 2010. — 111 s.
 2. *Balandin I.A.* Metodicheskaya sistema predprofil'noj i profil'noj matematicheskoy podgotovki shkol'nikov s ispol'zovaniem interaktivnyh programmyh sredstv obucheniya (na primere informacionno-tekhnologicheskogo profilya): dis. ... kand. ped. nauk. — Saransk, 2014. — 196 s.
 3. *Melihova Yu.Yu.* Formirovanie gotovnosti budushchego uchitelya k obucheniyu shkol'nikov po informacionno-tekhnologicheskomu profilyu: dis. ... kand. ped. nauk. — Chita, 2009. — 218 s.
 4. *Prokudina Yu.A.* Formirovanie metapredmetnyh znaniy starsheklassnikov v usloviyah profil'nogo obucheniya: dis.... kand. ped. nauk. — Nizhnij Novgorod, 2013. — 169 s.
 5. *Rodionov M.A.* Ehlektivnye kursy mezhpredmetnogo haraktera kak sredstvo profilizacii obucheniya matematike // Problemy podgotovki uchitelya matematiki k prepodavaniju v profil'nyh klassah: Materialy XXV Vserossijskogo seminaru prepodavatelej matematiki un-tov i pedvuzov. — Kirov; M.: VyatGU, MGPU, 2006. — S. 270–271.
 6. *Rodionov M.A., Guseva E.V.* Organizaciya reflektivnogo poiska puti resheniya matematicheskoy zadachi na osnove deyatel'nostno-processual'nogo podhoda // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Gumanitarnye nauki. — 2013. — № 4 (28). — S. 205–214.
 7. *Rodionov M.A., Hramova N.N.* Deyatel'nostno-processual'nyj podhod k obucheniyu shkol'nikov poisku puti resheniya matematicheskikh zadach (metodologicheskie predposylki i primery realizacii): uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov i uchitelej matematiki. — Penza, 2007.
 8. *Rodionov M.A., Hramova N.N., Chernetskaya T.A.* Podgotovka budushchih uchitelej k obespecheniyu racional'nogo sochetaniya tradicionnyh i komp'yuterno-orientirovannyh podhodov na urokah matematiki // Informatika i obrazovanie. — 2015. — № 8. — S. 57–63.
 9. *Rodionov M.A., SHakirzyanova O.G.* Realizaciya razvivayushchego potentsiala uchebnogo matematicheskogo soderzhanija v ramkah shkol'nogo fakul'tativnogo kursa // Aktual'nye problemy obucheniya fiziko-matematicheskim i estestvenno-nauchnym disciplinam v shkole i vuze //Sbornik statej VII Mezhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii uchitelej; pod obshch. red. M.A. Rodionova. — Penza. — 2016. — S. 121–125.
 10. *Solov'yanyuk L.G.* Metodika podgotovki budushchih uchitelej informatiki k realizacii setевой модели организации профильного обучения: дис.... канд.пед. наук. — М., 2008. — 154 с.
 11. *Cherneckaya T.A., Rodionov M.A.* Interaktivnye tvorcheskie sredy kak sredstvo formirovaniya u shkol'nikov ehlementov matematicheskoy deyatel'nosti issledovatel'skogo haraktera // Informatika i obrazovanie. — 2014. — № 3 (252). — S. 36–41.
 12. *Hohenwarter J.* Introduction to GeoGebra / Judith Hohenwarter, Markus Hohenwarter. — Australia, 2012. — 131 p.