

## ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РЕСУРСЫ В ОБУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИИ НА ПРИМЕРЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СРЕДЫ GEOGEBRA

© 2022

Суходолова Е.В.

Оренбургский государственный педагогический университет (г. Оренбург, Российская Федерация)

*Аннотация.* Организация образовательного процесса, отличающегося высокой результативностью, требует создания для обучающихся возможностей приобретения глубоких предметных знаний, в том числе по математике. Цифровые технологии и ресурсы представляют собой инструмент, нацеленный на оптимизацию процесса обучения. В настоящей статье рассмотрены основные понятия и определения из области цифровизации и математического образования. Автор перечислены особенности организации образовательного процесса с применением динамической среды GeoGebra, теоретические и практические аспекты использования среды при решении планиметрических задач как в аудиторной, так и в домашней работе обучающихся. Приведена характеристика методического и технического этапов разработки интерактивного рабочего листа как эффективного дидактического средства. В содержании работы приведен пример задания в формате рабочего листа. Анализируется разработанная автором программа электронного учебного модуля «Анимационная математика», направленного на достижение основных образовательных результатов учащимися 8 класса по разделу «Подобие треугольников». Апробация результатов исследования была проведена на базе ЧОУ «СОШ «ОР-АВНЕР» г. Оренбурга и показала, что применение GeoGebra в обучении геометрии расширяет перспективы педагогической деятельности, оптимизирует работу педагогов и ведет к повышению результативности обучения.

*Ключевые слова:* математика; ФГОС ООО; цифровой ресурс; цифровые технологии; цифровая образовательная среда; геометрия; обучение; компьютерная анимация; динамическая среда GeoGebra; интерактивное обучение; интерактивные рабочие листы.

## DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES AND RESOURCES IN TEACHING GEOMETRY USING THE EXAMPLE OF DYNAMIC ENVIRONMENT GEOGEBRA

© 2022

Sukhodolova E.V.

Orenburg State Pedagogical University (Orenburg, Russian Federation)

*Abstract.* The organization of the educational process, characterized by high performance, requires providing students with an opportunity to acquire deep subject knowledge, including mathematics. Digital technologies and resources are a tool aimed at optimizing the learning process. This paper discusses basic concepts and definitions from the field of digitalization and mathematical education. The author lists the features of the organization of the educational process using the GeoGebra dynamic environment, theoretical and practical aspects of the use of the environment in solving planimetric problems both in the classroom and in the homework of students. The characteristic of the methodological and technical stages of the development of the worksheet is given. The content of the work contains an example of a task in the format of a worksheet. The program of the electronic educational module «Animation Mathematics» developed by the author is analyzed, aimed at achieving the main educational results by students of the 8<sup>th</sup> grade in the section «Similarity of triangles». The approbation of the results of the study was carried out on the basis of school in Orenburg and showed that the use of GeoGebra in teaching geometry expands the prospects for pedagogical activity, optimizes the work of teachers and leads to an increase in the effectiveness of training.

*Keywords:* mathematics; federal state educational standard of basic general education; digital resource; digital technologies; digital educational environment; geometry; training; computer animation; dynamic environment GeoGebra; interactive learning; interactive worksheets.

### Введение

Повышение качества математического образования является одной из наиболее актуальных проблем современного образовательного пространства. В основе обучения, соответствующего требованиям ФГОС основного общего образования, лежит формирование гармоничной и всесторонне развитой личности обучающегося. Методика обучения математике в школе строится на соблюдении дидактического принципа наглядности в обучении, пренебрежение которым, в совокупности с повышением уровня сложности изучаемых вопросов и снижением учебной мотивации (вследствие изменения ведущего вида деятельности обучающихся), может привести к снижению каче-

ства усвоения программного материала. Особое внимание следует уделить заданиям, в которых необходимо построить чертеж [1, с. 164]. Например, решение планиметрических и стереометрических задач зачастую вызывает значительные затруднения ввиду отсутствия методически грамотного подхода к визуализации условия задачи. Аналогичная ситуация прослеживается в курсе алгебры при изучении преобразований графиков функций. Задания подобного характера входят в содержание итоговой аттестации и требуют детального изучения.

Анализ типичных ошибок, которые допускают обучающиеся при выполнении экзаменационных и контрольных заданий, приводит к выводу, что для

современных школьников, у которых преобладает клиповое мышление, актуально применение современных методов обучения, позволяющих визуализировать и анимировать изучаемый материал в полном объеме. Требования обновленного Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования [2] к образовательным результатам по математике ориентирует педагогов на использование в процессе обучения цифровых ресурсов. Учитывая особенности электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий, становится возможным изучение учебных предметов по индивидуальному образовательному маршруту. С этой целью и с точки зрения развития и совершенствования образовательного пространства актуальна разработка цифровых ресурсов, обеспечивающих углубленное изучение учебного материала и при этом не требующих дополнительных ИКТ-умений как от обучающихся, так и от педагогов массовой школы.

В соответствии с Концепцией развития математического образования Российской Федерации [3] одной из основных задач совершенствования математического образования также выступает применение современных технологий образовательного процесса. Интеграция очной и дистанционной форм обучения математике в полной мере способствует эффективному и комплексному развитию всех необходимых компетенций обучающегося, обеспечивает высокое качество образования. Необходимость реализации принципа наглядности в обучении ведет к востребованности цифровых образовательных ресурсов на уроках математики. Перечисленные положения отражают актуальность исследования.

*Цель исследования:* изучение возможностей применения цифровых образовательных технологий и ресурсов в современном образовательном процессе.

*Объект исследования* – цифровые образовательные технологии и ресурсы в обучении математике.

В процессе исследования применялись следующие *методы:* теоретические – анализ и синтез научных, методических и психолого-педагогических исследований по изучаемой проблеме; эмпирические – наблюдение и сравнение, построение динамических моделей.

Распространенной программной средой, позволяющей показать возможности работы с динамическими чертежами в обучении математике, является математический пакет GeoGebra. Изучению процесса внедрения динамической среды GeoGebra в обучение посвящены работы С.В. Ларина [4] и О.Л. Безумовой [5]. Содержание этих публикаций направлено на демонстрацию возможностей среды, особенностей разработки динамических чертежей, посвященных графикам функций, и методическим особенностям обучения геометрии с применением компьютерной анимации. Большой интерес представляют работы Э.В. Чеботаревой [6] и А.Р. Есяяна [7–10], посвященные компьютерному эксперименту в среде GeoGebra. Лабораторный компьютерный эксперимент представляет собой эффективное средство для достижения основных предметных результатов. Содержание пособия направлено на самостоятельное создание интерактивных чертежей для уроков [11, с. 23].

### Изложение основного материала

В процессе исследования был проведен социологический опрос среди двух категорий участников образовательных отношений: обучающихся и педагогов-математиков. Респондентам были заданы следующие вопросы:

1. Считаете ли вы необходимым использование цифровых ресурсов на уроках математики?

2. Возникают ли у вас трудности при работе с цифровыми заданиями?

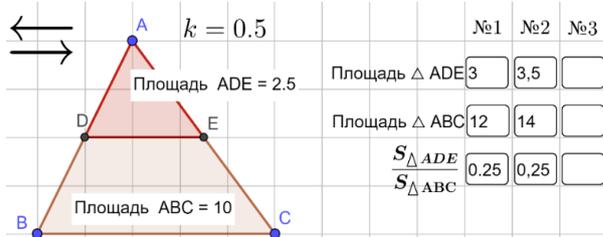
Анализ результатов опроса показал, что подавляющее большинство обучающихся положительно относится к применению цифровых ресурсов на уроке. Многие из них готовы с интересом работать с динамическими моделями, и лишь 19% опрошенных обучающихся испытывают трудности в ориентации в цифровой образовательной среде. Обратная ситуация прослеживается в комментариях учителей математики. Большая доля опрошенных (73%) испытывает трудности при работе в цифровой образовательной среде и не считает оценивание работ эффективным, поскольку в данном случае преобладает второстепенное консультирование обучающихся. Принимая во внимание необходимость применения цифровых ресурсов в обучении, можно отметить актуальность разработки авторских цифровых тренажеров, отвечающих требованию параметризации условия и имеющих простой интерфейс, не создающий трудностей для эксплуатации учителями.

В процессе настоящего исследования были разработаны интерактивные рабочие листы по геометрии на основе среды GeoGebra для учеников 8 класса. Теоретической базой для разработки цифровых ресурсов был выбран материал раздела «Подобие треугольников». Гипотеза исследования состояла в том, что работа с динамическими чертежами будет способствовать закреплению основ изучаемой теории и позволит повысить результативность обучения. Рабочий лист включает одно или несколько интерактивных заданий, при выполнении которых возможно использование параметризации условия задачи и возможностей компьютерной анимации. Процесс создания рабочего листа состоит из двух этапов: методического и непосредственно технического [12, с. 113]. Методический этап состоит в выборе заданий или их комплексов и постановке основной цели включения в него компьютерной анимации. Технический этап заключается в разработке алгоритма анимации для объектов или описании работы управляющих кнопок и окон ввода. Заметим, что описание алгоритма работы с листом не требует от разработчика глубоких знаний в области языков программирования и, значит, доступно для разработки большому проценту педагогов [13, с. 17].

Анализ промежуточных результатов исследования показал, что работа с динамическими чертежами положительно отразилась на показателях учебной мотивации. Это стало основным аргументом для дальнейших исследований особенностей работы с цифровыми образовательными ресурсами [14, с. 203]. Для упрощения навигации в подборке рабочих листов обретает актуальность их объединение в электронные учебные комплексы, сопровождаемые инструкциями как для педагогов, так и для обучающихся.

Под электронным учебным модулем (комплексом) понимают учебное средство, позволяющее сочетать возможности использования средств цифровых технологий с целью повышения качества образовательного процесса [15, с. 367; 16, с. 511].

Обратимся к примеру задания по геометрии. Известно, что  $DE$  параллельна  $BC$ . Докажите, что треугольники, предложенные на чертеже, подобны (рис. 1). Заполните пропуски и сделайте вывод об отношении площадей треугольников.



**Рисунок 1** – Отношение площадей подобных треугольников

Задача, поставленная перед обучающимся, состоит в самостоятельном проведении лабораторного компьютерного эксперимента с целью вычисления коэффициента подобия треугольников. Для этого необходимо заполнить запрограммированные окна ввода, изменяя при этом положение точек  $A$ ,  $B$  и  $C$ , как показано на чертеже. Площади треугольников  $ADE$  и  $ABC$  вычисляются автоматически. При нажатии клавиши *Enter* окна ввода подсвечиваются зеленым, если задание выполнено верно, или красным, если введено неверное число. В процессе настоящего исследования был разработан электронный учебный модуль, размещенный на базе ресурса GeoGebra Classroom. Практикум включает в себя несколько типов заданий: теоретические (выдвижение гипотез, доказательство теорем), практические (лабораторный практикум, решение задач, в том числе конструктивных), тестирование по разделу. Все материалы находятся в облачном хранилище. Каждый обучающийся получает ссылку для доступа к классу, прогресс выполнения заданий отображается на странице учителя. В таблице 1 представлена программа электронного учебного модуля «Анимационная математика», разработанного для учеников 8 класса.

**Таблица 1** – Содержание электронного учебного модуля «Анимационная математика»

№	Тема	Содержание
1	Определение подобных треугольников	Определение подобных треугольников, теорема об отношении площадей и периметров подобных фигур
2	Признаки подобия треугольников	Доказательство признаков подобия. Решение задач
3	Приложения теории подобия	Применение подобия к доказательству теорем. Теорема о пропорциональных отрезках. Теоремы Фалеса, Чевы и Менелая
4	Итоговое повторение	Обобщающее повторение. Итоговое тестирование

### Результаты исследования

Апробация программы электронного учебного модуля «Анимационная математика» была проведена на базе ЧОУ «СОШ "ОР-АВНЕР"» г. Оренбурга. В исследовании приняли участие две группы обучающихся (по 10 человек в каждой). Обучающиеся экспериментальной группы изучали раздел с применением электронного учебного модуля. Итоговая диагностическая работа включала 5 заданий разных уровней сложности. Вычислялась доля обучающихся, приступивших к выполнению заданий высокого уровня сложности, и уделялось внимание показателям качества при выполнении всей работы (в соответствии с критериями оценивания). Было установлено, что доля обучающихся экспериментальной группы, приступивших к выполнению сложных заданий, была значительно выше (78%), в то время как среди обучающихся контрольной группы к этой работе приступило меньшее число школьников (63%). Анализ результатов итоговой диагностики показал, что успешно (на оценку «4» и «5») с заданиями справились 89% обучающихся экспериментальной группы и 76% обучающихся контрольной группы. Уровень готовности педагогов к применению ресурсов определялся из результатов опроса, в котором было необходимо оценить возникающие при работе с ресурсом проблемы. Педагоги отмечали положительные стороны разработанного электронного учебного модуля и удобную навигацию при работе с ресурсом.

### Выводы

Цифровые образовательные технологии и ресурсы, рассмотренные на примере разработанного электронного учебного модуля в среде GeoGebra, способствуют повышению результативности обучения математике. Применение среды актуально и при конструировании уроков алгебры при изучении функций [17, с. 107–108]. Стоит отметить, что программа модуля актуальна как для учителей при конструировании урока, отвечающего требованиям ФГОС ООО, так и для обучающихся, находящихся на семейном обучении. Материалы настоящего исследования могут быть рекомендованы педагогическим работникам и студентам, изучающим методику преподавания математики с применением цифровых образовательных ресурсов и технологий.

### Благодарности

*Автор выражает благодарность своему научному руководителю, кандидату педагогических наук, доценту Оренбургского государственного педагогического университета М.И. Черемисиной за содействие при планировании и проведении настоящего исследования.*

### Список литературы:

- Колпакова Д.С. GeoGebra как средство визуализации решения задач на уроках геометрии в 7 классе // Молодой ученый. 2018. № 11 (197). С. 164–167.
- Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования: приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. <https://docs.cntd.ru/document/607175848>.

3. Об утверждении Концепции развития математического образования в Российской Федерации: распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.12.2013 № 2506-р [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. <https://docs.cntd.ru/document/499067348>.
4. Ларин С.В. Методика обучения математике: компьютерная анимация в среде GeoGebra: учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2019. 233 с.
5. Безумова О.Л., Овчинникова Р.П., Троицкая О.Н. и др. Обучение геометрии с использованием возможностей GeoGebra. Архангельск: Кира, 2011. 140 с.
6. Чеботарева Э.В. Компьютерный эксперимент с GeoGebra: учеб.-метод. пособие. Казань: ИД «МеДДоК», 2016. 61 с.
7. Есаян А.Р. Создание новых инструментов в GeoGebra // Проблемы модернизации современного образования: монография. Калуга: Калужский государственный университет, 2016. С. 29–59.
8. Есаян А.Р., Добровольский Н.М., Седова Е.А., Якушин А.В. Динамическая математическая образовательная среда GeoGebra: учеб. пособие. Ч. 1. Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 2017. 417 с.
9. Есаян А.Р., Добровольский Н.Н., Реброва И.Ю. Построение динамических моделей для решения некоторых задач дискретной математики в GeoGebra // Университет XXI века: научное измерение: мат-лы всерос. конф. Тула, 20–21 мая 2016 года. Тула: Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, 2016. С. 47–61.
10. Есаян А.Р., Якушин А.В. Экспериментальное обоснование гипотез в GeoGebra // Чебышевский сборник. 2017. Т. 18, № 1 (61). С. 92–108. DOI: 10.22405/2226-8383-2017-18-1-92-108.
11. Майер В.Р. Компьютерные исследования и эксперименты при обучении геометрии // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2012. № 4. С. 22–27.
12. Смирнов В.А., Смирнова И.М. Геометрия с GeoGebra. Планиметрия. М.: Прометей, 2018. 206 с.
13. Иванчук Н.В., Эйкен О.В., Мартынова Е.В., Самылова Ю.В., Данько О.Е. Использование компьютерной программы GeoGebra на уроках математики в 7–11 классах: метод. пособие. Мурманск: МГПУ, 2008. 36 с.
14. Невер Е.П. Организация исследовательской деятельности учащихся в процессе обучения математике на уроке и после урока // Преподаватель года 2019: сб. ст. первого тура междунар. науч.-метод. конкурса (Петрозаводск, 15 октября 2019 г.). Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2019. С. 196–203.
15. Татаринцев А.И. Электронный учебно-методический комплекс как компонент информационно-образовательной среды педагогического вуза // Теория и практика образования в современном мире: мат-лы I междунар. науч. конф. Т. 2. СПб.: Реноме, 2012. С. 367–370.
16. Тангиров Х.Э. Методические особенности использования электронных учебных комплексов на уроке математики в школе // Молодой ученый. 2012. № 5 (40). С. 510–514.
17. Назарян Д.С., Закира И.А. Исследование функций в среде GeoGebra // Проблемы и перспективы развития образования в России. 2015. № 32. С. 107–113.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
Суходолова Екатерина Валерьевна, магистрант кафедры математики и методики преподавания математики; Оренбургский государственный педагогический университет (г. Оренбург, Российская Федерация). E-mail: kat.suhodolova20@gmail.com.	Sukhodolova Ekaterina Valerievna, master student of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics Department; Orenburg State Pedagogical University (Orenburg, Russian Federation). E-mail: kat.suhodolova20@gmail.com.

**Для цитирования:**

Суходолова Е.В. Цифровые образовательные технологии и ресурсы в обучении геометрии на примере применения динамической среды GeoGebra // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 3. С. 323–326. DOI: 10.55355/snv2022113317.