

УДК 372.851

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ОНЛАЙН-КАЛЬКУЛЯТОРА DESMOS В ОБУЧЕНИИ АЛГЕБРЕ (НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ЛИНЕЙНАЯ ФУНКЦИЯ И ЕЁ ГРАФИК» В 7 КЛАССЕ)

Эверстова В.Н., Сивцева А.П.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск, e-mail: v.ewers2014@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию возможностей использования графического онлайн-калькулятора Desmos на уроках алгебры и его влияния на качество обучения. На современном этапе применение новейших технологий в образовательных учреждениях как на уроках, так и во внеурочное время является социальным заказом общества, необходимым условием движения в ногу со временем, которое характеризуется как информационное. Одной из важнейших задач современного образования является организация деятельностного подхода к обучению, тем самым развитие различных форм личностной активности обучающихся. В педагогической практике отмечаются определенные трудности в умении создать такие условия на уроках, при которых ребенок сам бы хотел и мог делать открытия, добывать необходимые знания. Особенно это касается такого сложного предмета, как математика. По результатам исследования разработаны и апробированы уроки алгебры с использованием графического онлайн-калькулятора Desmos. В статье приводится фрагмент урока алгебры в 7 классе по теме «Линейная функция и её график», который является примером, как можно с помощью Desmos организовать изучение данной темы так, чтобы обучающиеся сами «открывали новые знания».

Ключевые слова: графический онлайн-калькулятор; информационно-коммуникационные технологии; алгебра; математика; урок; знания; открытие новых знаний.

USING A GRAPHING ONLINE-CALCULATOR «DESMOS» IN TEACHING ALGEBRA (USING THE EXAMPLE OF STUDYING THE THEME "LINEAR FUNCTION GRAPH" IN THE 7TH GRADE)

Everstova V.N., Sivtseva A.P.

M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, e-mail: v.ewers2014@mail.ru

The article is devoted to opportunities exploration of using graphing online calculator Desmos on the math lessons and its impact on the quality of training. Nowadays it is necessary to use modern techniques in educational institutions both on the lessons and on the outside learning. One of the most important aims of education is the organisation of activity approach to learning and development of various forms of childrens' activity. There are several difficulties in pedagogical practice on how to make conditions for childrens' ability to obtain the necessary knowledge. Especially it concerns such difficult subjects as math. Example with Using a graphing online calculator Desmos on the math lessons are developed and tested according to the research results. In this article you can find an extra from algebra lesson in 7th grade for the theme "Linear function graph". You can see how to teach this theme so students can discover new knowledge for themselves.

Keywords: graphing online calculator; Information and communication technology; algebra; math; lessons; knowledge; discover new knowledge.

Изучение основных документов, касающихся изменений в образовании Российской Федерации, показало, что в реализации программы основного общего образования по прежнему актуальным остаётся использование информационно-коммуникационных технологий. В ФГОС ООО отмечают необходимость применения учителями «имеющихся средств обучения и воспитания в электронном виде, электронных образовательных и информационных ресурсов, средств определения уровня знаний и оценки компетенций, а

также иных объектов, необходимых для организации образовательной деятельности с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, объективного оценивания знаний, умений, навыков и достижений обучающихся» [1].

В настоящее время на основе универсальных средств информационных технологий активно развиваются портативные специализированные средства обучения, такие как карманные переводчики, электронные записные книжки, графические калькуляторы, смартфоны и т.п. Ввиду того что всё перечисленное является сравнительно новым направлением развития информационных технологий в нашей стране, то вопросы методики их применения на уроках мало разработаны и освещены в научных трудах. Доступность и простота использования на уроках малых средств информационных технологий способствует активному их применению для обучения предметам естественно-математического цикла, а именно при изучении функциональной линии.

Функциональная линия является одной из ведущих содержательно-методических линий школьного курса алгебры, тем не менее вызывает затруднения у обучающихся, что получило подтверждение при анализе типичных ошибок в заданиях ЕГЭ экспертами Федерального института педагогических измерений (ФИПИ).

Основные проблемы:

- ошибки в предоставлении характеристики функции по её графику;
- сложности в составлении формулы функции по её графику [2].

Действительно, понятия функциональной линии обладают высоким уровнем абстракции и поэтому довольно сложны для восприятия обучающимися, притом что являются отражением практической направленности курса алгебры.

В основу исследования положена гипотеза о том, что разработка методических рекомендаций по применению графического онлайн-калькулятора Desmos и проведенные на их основе уроки будут способствовать повышению качества обучения.

Цель исследования: разработка методических рекомендаций по применению графического онлайн-калькулятора Desmos при изучении графиков линейных функций на уроках алгебры в 7 классе.

Материал и методы исследования

В качестве материалов для статьи были взяты источники, посвященные изучению вопросов использования графических калькуляторов как средств обучения, а также материалы по методике изучения функциональной линии в школьном курсе алгебры.

Для исследования использованы теоретические и эмпирические методы: анализ педагогической и методической литературы, педагогическое наблюдение, проведение опроса и его анализ. А также проведена статистическая обработка с помощью критерия знаков.

Результаты исследования и их обсуждение

Значительный вклад в изучение возможностей использования в обучении малых средств информационных технологий (МСИТ) внесли А.П. Алексеева [3], М.С. Помелова [4], И.Н. Семенова, А.А. Слепухин [5] и др.

Как отмечают в своих работах вышеназванные ученые, МСИТ позволяют повысить эффективность и качество учебного процесса, а также практическую направленность обучения, обеспечить индивидуальное взаимодействие каждого школьника с информационными технологиями не только на уроках математики.

Так, М.С. Помелова определяет малые средства информационных технологий как «специализированные вычислительные средства, обладающие встроенным программным обеспечением, рассчитанным на выполнение строго определенного круга задач в конкретной предметной области» [4, с. 92].

Примером МСИТ, которые можно применить как средство обучения предметам естественно-математического цикла, являются инженерные и графические калькуляторы, такие как Mathway, Desmos, GeoGebra, Casio и др.

Различные аспекты применения графических калькуляторов в процессе обучения математике рассматривали ученые и методисты Н.Л. Будахина [6], М.П. Ковалев [7], Е.В. Сухорукова [8], А.Н. Тихонов [9], С.И. Шварцбурд [7], В.Н. Эверстова [3] и др. Так, А.Н. Тихонов считает, что их «применение на уроках математики способствует: активизации познавательной деятельности, развитию вариативности мышления, математической логики, направленности мыслительной деятельности учащихся на поиск и исследование» [9, с. 115].

Повышение интереса к математике, сокращение времени на вычислительные операции отметили в своих трудах М.П. Ковалев и С.И. Шварцбурд. Таким образом, за счет этого выделили следующие позитивные результаты: высвобождение учебного времени на решение разнообразных математических задач, на углубленное изучение предмета, на расширение возможности опытным путем подводить учащихся к выводу некоторых теорем и формул [7].

В курсе основной школы обучающиеся знакомятся с линейной, квадратичной, дробно-рациональной функциями, изучают их свойства, учатся строить и читать графики этих функций, используют полученные знания при решении уравнений, неравенств и их систем.

Вопросам формирования понятий функциональной линии посвящены исследования О.А. Ивановой [10], Н.Ю. Милованова [11], В.П. Покровского [12] и др. Однако вопрос изучения обучающимися понятий функциональной линии с применением графических онлайн-калькуляторов недостаточно исследован.

В ходе нашего исследования, после применения на уроках различных МСИТ, нами проанализированы преимущества графического онлайн-калькулятора Desmos [13; 14] при обучении алгебре, в частности при изучении функциональной линии в основной школе:

- свободная распространяемость программного обеспечения, а также бесплатная доступность;
- возможность работать с любых устройств в онлайн-режиме как с компьютеров, так и с планшетов и телефонов;
- простой понятный гибко настраиваемый интерфейс на русском языке;
- возможность конвертировать введенные пользователем выражения в таблицы;
- построение графиков функций по заданной формуле и демонстрация их другим пользователям в режиме проектора.

Рассмотрев вышеназванные преимущества графического онлайн-калькулятора Desmos, изучив все его функциональные возможности, на формирующем этапе мы разработали методические рекомендации по его применению на уроках алгебры.

При планировании урока необходимо чётко сформулировать цель урока и, исходя из этого, определить цель использования графического онлайн-калькулятора Desmos. Это может быть: реализация индивидуального, личностно ориентированного, деятельностного подходов; организация монотехнологического, творческого проектного, дистанционного обучений.

Определиться с формой организации обучения математике. Если нет возможности обеспечить каждого обучающегося калькулятором, то можно организовать коллективную форму обучения, при которой коллектив обучает всех своих членов в ходе совместной работы, или групповую, при которой можно дифференцировать задания с учетом познавательных возможностей обучающихся. Если же доступ к калькулятору есть у каждого ученика, то форма организации может быть индивидуальной, в этом случае одинаковые задания выполняются самостоятельно каждым обучающимся, или индивидуализированной, когда учитель готовит отдельные задания обучающимся с учетом их учебных возможностей.

Учитывая требования к современному уроку, а также к возрастным особенностям обучающихся, необходимо планировать деятельностные методы обучения, такие как проблемно-поисковые, исследовательские, проектные, творчески-репродуктивные и др.

Основным средством обучения в нашем случае будет графический онлайн-калькулятор Desmos, однако можно использовать на этом уроке и другие средства обучения, такие как дидактические материалы, карточки с заданиями, презентации и т.п. В случае применения на уроке любого МСИТ необходимо придерживаться требований санитарных правил и норм использования ИКТ на уроках с учетом возраста обучающихся (для семиклассников

допустимая норма продолжительности демонстрации экранных пособий составляет 20-25 минут).

На различных этапах урока открытия новых знаний, обретения новых умений и навыков данный онлайн-калькулятор применяется как источник учебной информации или как наглядное пособие, с помощью которого ученики могут создавать интерактивные графики и манипулировать ими, не тратя время на вычисления и построение различных моделей в тетрадах. Это позволит исключить вычислительные ошибки и сосредоточить внимание обучающихся на анализе, рефлексивном размышлении, осмыслении возникших противоречий, что приводит к конструированию личностного знания, к ситуации личностного успеха. На уроках рефлексии Desmos можно использовать как средство диагностики и контроля первичных знаний для выявления индивидуальных затруднений в реализации новых знаний и умений. Урок общеметодологической направленности нацелен на структуризацию полученных знаний; на обучение обобщению, развитию умений строить теоретические предположения о дальнейшем развитии темы. В этом случае предлагаем в рамках системно-деятельностного подхода организовать проектную работу с использованием графического онлайн-калькулятора Desmos.

С учетом предложенных методических указаний были разработаны и проведены уроки алгебры в 7 классе с использованием графического онлайн-калькулятора Desmos по теме «Линейная функция и её график», на изучение которой по учебнику «Алгебра 7» авторов Мордковича А.Г., Мишустинной Т.Н., Александровой Л.А. отводится 3 часа [15]. На первом уроке знакомятся с понятием «линейная функция», учатся строить графики линейной функции, описывать ее свойства. На втором исследуют зависимость взаимного расположения графиков функций $y=kx+b$ от значений коэффициентов k и b . На третьем уроке обобщают и закрепляют полученные знания и умения по данной теме.

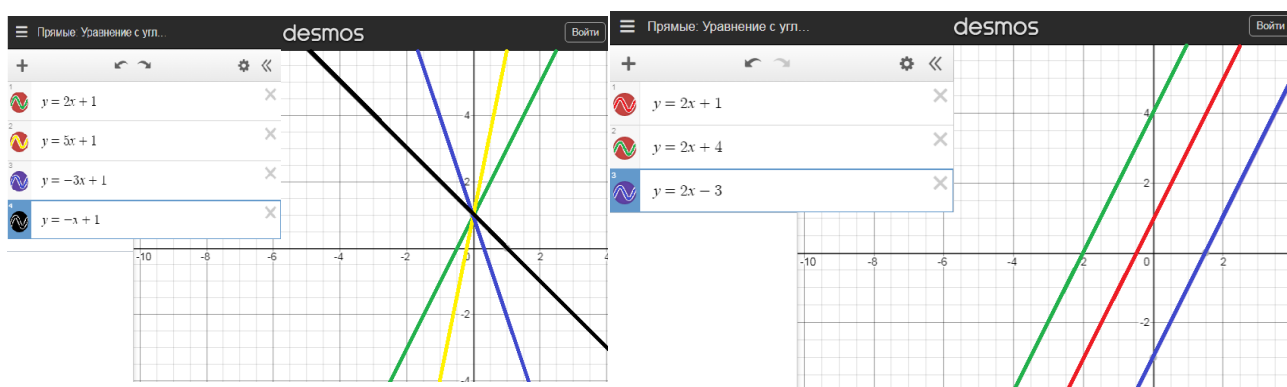
Как пример приведем фрагменты второго урока по данной теме. Тип: урок открытия новых знаний, обретения новых умений и навыков.

Цель урока: научить определять взаимное расположение графиков линейных функций по их коэффициентам. На данном уроке используются такие методы обучения, как проблемные, исследовательская работа. Можно организовать работу в групповой или коллективной форме обучения. Основным средством на данном уроке будет являться графический онлайн-калькулятор Desmos.

На этапе актуализации знаний и осуществления первого пробного действия обучающимся предлагается вспомнить, как могут располагаться две прямые относительно друг друга на плоскости (пересекаться, быть параллельными или совпадать)? Затем задается вопрос: каково взаимное расположение графиков следующих линейных функций $y=3x+4$;

$y=3x-2,5$; $y=-1,8x+4$? Данный вопрос приводит к этапу выявления затруднения, обучающиеся отмечают, что по формуле невозможно ответить на поставленный вопрос.

В связи с этим разрабатывается план по выходу из создавшегося затруднения. Обучающиеся предлагают построить графики заданных функций в одной координатной плоскости. Реализация выбранного плана по разрешению затруднения – это главный этап урока, на котором и происходит «открытие» нового знания. На данном этапе необходимо минимизировать действия учителя, его задача организовать самостоятельную работу обучающихся с помощью правильно подобранных формулировок заданий и наводящих вопросов. Здесь уместно использовать графический онлайн-калькулятор Desmos, так как будет сэкономлено время на построение графиков функций (рис. 1).



а)

б)

Рис. 1. Динамические модели для анализа роли коэффициентов k и b линейных функций

За счет этой экономии времени можно будет уделить больше внимания аналитической составляющей «открытия новых знаний».

Задание 1. Постройте с помощью графического онлайн-калькулятора Desmos графики линейной функции $y = kx + 1$, задавая свои значения коэффициенту k . Сделайте выводы.

После самостоятельного построения нескольких графиков (пример на рис. 1а) обучающиеся самостоятельно делают вывод о том, что если угловые коэффициенты k прямых различны, то эти прямые пересекаются.

Задание 2. Постройте с помощью графического онлайн-калькулятора Desmos графики линейной функции $y = 2x + b$, задавая свои значения коэффициенту b . Сделайте выводы.

После самостоятельного построения нескольких графиков (пример на рис. 1б) обучающиеся самостоятельно делают вывод о том, что если угловые коэффициенты одинаковы, то прямые параллельны.

Если обучающиеся затруднились сделать выводы, им можно предложить следующие вспомогательные вопросы и задания:

1. Рассмотрите взаимное расположение построенных графиков. Сделайте предположение: как зависит взаимное расположение графиков линейных функций от коэффициента $k(b)$?

2. Вы выбирали различные значения коэффициента $k(b)$ и построили графики этих функций. Как меняется взаимное расположение прямых?

3. Сделайте вывод: значение какого коэффициента влияет на взаимное расположение графиков линейных функций.

На этапе первичного закрепления нового знания можно провести небольшой диктант с использованием графического онлайн-калькулятора Desmos:

1. Постройте график линейной функции $y=2x-3$. Задайте формулу прямой:

а) параллельной данной, и постройте её график;

б) пересекающейся с данной, постройте её график.

2. Дана линейная функция $y=kx+3,5$. При каком значении k график этой функции:

а) не пересекает ось абсцисс;

б) пересекает ось абсцисс в точке с абсциссой 7;

в) проходит через точку пересечения графиков функций $y=-x+2$ и $y=x$?

Проверку сделайте с помощью графического онлайн-калькулятора Desmos.

3. Найдите координаты точек пересечения графиков функций с помощью графического онлайн-калькулятора Desmos:

а) $y=-3x+2$ и $y=x-4$;

б) $y=1,2-x$ и $y=3x-6,8$;

в) $y=-12x$ и $y=7,3-12x$;

г) $y=17x$ и $y=36-x$.

На этапе осуществления самостоятельной работы и самопроверки по эталонному образцу данного урока предлагаются следующие задания:

1) установите соответствие линейных функций с их графиками (рис. 2а);

2) определите коэффициенты линейных функций по их графику и запишите их формулы (рис. 2б);

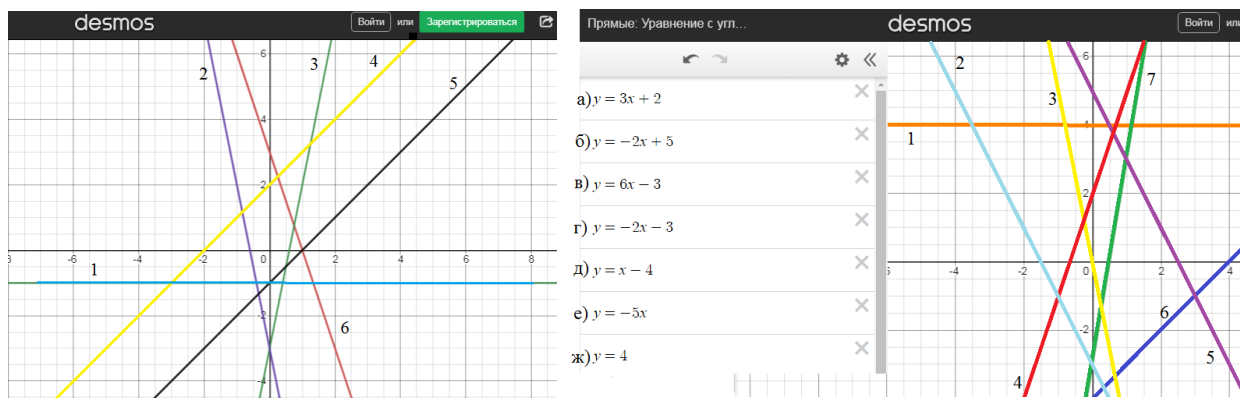
3) у каких прямых одинаковые угловые коэффициенты (рис. 2б)?

4) что вы можете сказать об угловом коэффициенте прямой 1 (рис. 2б)?

5) что вы можете сказать об угловых коэффициентах прямых 2 и 3 (рис. 2б)?

6) определите координаты точек пересечения прямых 1 и 4; 2 и 3 (рис. 2б);

7) найдите координаты точек пересечения прямых 5 и 6 с осями координат.



а)

б)

Рис. 2. Динамические модели для использования на уроке рефлексии

Данную работу также можно организовать как проверочную на этапе рефлексии.

Таким образом, основная цель данного типа урока - «открыть» новые знания о зависимости расположения графиков линейных функций от их коэффициентов - достигается благодаря применению графического онлайн-калькулятора Desmos.

Для проверки эффективности использования графического онлайн-калькулятора Desmos при изучении темы «Линейная функция и её график» проведен эксперимент на базе МОБУ НП «СОШ № 2» ГО «Город Якутск». В эксперименте приняли участие 73 обучающихся 7-х классов: 37 в экспериментальном классе и 36 - в контрольном.

Результаты сравнительного анализа этих двух замеров показали, что при 100% успеваемости в обоих классах качество обученности в экспериментальном классе повысилось с 45,9% до 56,8%, в то время как в контрольном классе с 44,4% до 47,2%.

Наблюдаемые значительные положительные сдвиги в экспериментальном классе свидетельствуют об эффективности использования графического онлайн-калькулятора Desmos при изучении темы «Линейная функция и её график».

Итоги наблюдения и опроса респондентов экспериментального класса показали, что обучающимся понравились уроки с применением графического онлайн-калькулятора Desmos, а также отмечено, что с помощью калькулятора сэкономлено время на выполнение заданий на построение, ученики увидели наглядно результаты построения, благодаря чему смогли сделать правильные выводы, тем самым усвоить новую тему в режиме «открытия новых знаний».

Приведем результаты статистической обработки с помощью критерия знаков. Для проверки эффективности применения графического калькулятора Desmos в экспериментальном классе с целью освоения предметных результатов, были взяты итоги контрольной работы по предыдущей главе «Выражения, тождества, уравнения» и выполнения заданий выходного контроля после изучения темы «Линейная функция и её график».

Проверяются гипотеза H_0 : уроки с применением графического калькулятора Desmos не способствуют лучшему освоению предметных результатов обучения; и альтернативная гипотеза H_1 : уроки с применением графического калькулятора Desmos способствуют лучшему освоению предметных результатов обучения.

Подсчитаем значение статистики критерия, равное числу нетипичных разностей отметок, полученных учащимися: $G_{\text{эмп.}}=2$. Из 32 пар в 2 случаях разность измерений равна нулю, следовательно, $n=10 < 100$.

По таблице критических значений приложения определяем критическое значение $G_{\text{кр}}$. при $n=10$: $G_{\text{кр.}}=8$ $p \leq 0,05$; 9 $p \leq 0,01$. Представим обобщенную «ось значимости» для критерия знаков графически (рис. 3).

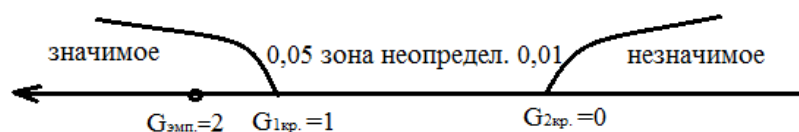


Рис. 3. Обобщенная «ось значимости» для критерия знаков

В соответствии с правилом принятия решения необходимо сделать вывод о том, что гипотеза H_1 принимается, уроки с применением графического калькулятора действительно способствуют лучшему освоению предметных результатов обучения.

Вывод

Таким образом, можно сделать вывод, что разработанные методические рекомендации по применению графического онлайн-калькулятора Desmos, проведенные на их основе уроки алгебры в 7 классе способствуют повышению качества обучения.

Список литературы

1. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 “Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования”. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/#1000> (дата обращения: 06.11.2021).
2. Ященко И. В., Высоцкий И.Р., Семенов А.В. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 года по математике. [Электронный ресурс]. URL: http://www.fipi.ru/sites/default/files/document/1567500409/matematika_2019.pdf. (дата обращения: 06.11.2021).

3. Алексеева А.П., Эверстова В.Н. Применение программы iSpring QuizMaker для оценивания знаний учащихся 9 класса по геометрии // Инновационные технологии в образовании и науке: материалы Междунар. Науч.-практ. конф. (Чебоксары, 7 мая 2017 г.). В 2 т. Т.1 / редкол.: О.Н.Широков и др. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. С. 27-31.
4. Помелова М.С. Малые средства информационных технологий – новое направление информационных технологий образовательного назначения // Вопросы современной науки и практики Университет им. Вернадского. Том I. Серия Гуманитарные науки. 2008. № 2 (12). С. 92-95.
5. Семенова И.Н., Слепухин А.А. Методика использования информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе. Ч. 2. Методология использования информационных образовательных технологий: учебное пособие / Под ред. Б.Е. Стариченко. Екатеринбург, 2013. 144 с.
6. Будахина Н.Л. Формирование универсальных учебных действий учащихся профильных классов в обучении математике с использованием графического калькулятора: дис. ... канд. пед. наук. Ярославль, 2013. 232 с.
7. Ковалев М.П., Шварцбурд С.И. Электроника помогает считать: пособие для учителей. М., Просвещение. 1978. 96 с.
8. Сухорукова Е.В. Использование графического калькулятора Desmos в методической подготовке учителя математики и информатики // Информационные технологии в образовании: материалы VII Всерос. научно-практ. конф. (2-3 ноября 2015 г.). Саратов: ООО «Издательский центр «Наука», 2015. С. 321-324.
9. Тихонов А.Н. Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке: Материалы международной научной конференции, ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика». М.: ЭГРИ, 2007. 222 с.
10. Иванова О.А. Обучение функциональной линии на уроках математики в 7-11 классах на основе метаметодического подхода: автореф дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2013. 23 с.
11. Милованов Н.Ю. Методика формирования у старшеклассников системы понятий математического анализа на основе графических представлений: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Волгоград, 2017. 26 с.
12. Покровский В.П. Методика обучения математике: функциональная содержательно-методическая линия: учеб.-метод. пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2014. 143 с.
13. Построение графиков функций с помощью графической системы DESMOS.COM/CALCULATOR. [Электронный ресурс]. URL: <http://um->

razum.ru/publ/postroenie_grafikov_funkcij_s_pomoshhju_graficheskoy_sistemy_desmos_com/1-1-0-20 (дата обращения: 02.11.2021).

14. Desmos — замечательный инструмент для учителей математики. [Электронный ресурс]. URL: <http://didaktor.ru/desmos-zamechatelnyj-instrument-dlya-uchitelej-matematiki/> (дата обращения: 02.11.2021).

15. Мордкович А.Г., Мишустина Т.Н., Александрова Л.А. Алгебра. 7 класс: учеб. для общеобразовательных организаций в 2-х ч. Ч. 2 (задачник). М.: Мнемозина, 2019. 223 с.