

Оценим $|R(P,T)|_p$ сверху. Из определения результата

$$|R(P,T)|_p = \left| a_n^n(P) a_n^n(T) \prod_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq n}} |\gamma_i - \beta_j| \right|_p \leq \prod_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq n}} |\gamma_i - \beta_j|_p.$$

$$\prod_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq n}} |\gamma_i - \beta_j|_p \leq Q^{-s^2 \frac{\tau - p j_0}{j_0} - (2s+1)p_s - 2(p_{s+1} + \dots + p_{n-1})} = Q^{-b}. \quad (13)$$

Оценим значение показателя степени b в (13) при $j_0 = s$.

$$b \geq s(\tau - p_s) + (2s+1)p_s + \sum_{k=s+1}^{n-1} p_k. \quad (14)$$

Покажем, что правая часть в неравенстве (14) больше $2n$. Для этого достаточно убедиться, что

$$s(\tau - p_s) + (2s+1)p_s > \tau + 2 \sum_{k=1}^s \max(\tau - k\eta, 0). \quad (15)$$

При $\tau - k\eta \geq 0$ суммы в левой и правой частях (15) можно записать в виде

$$s\tau + (s+1)p_s > 2(s+1)(\tau - s(s+1)\eta), \text{ или } (s+1)p_s \geq (s+1)\tau - s(s+1)\eta,$$

$$p_s \geq \tau - s\eta. \quad (16)$$

Так как последнее неравенство в (16) справедливо по (9), поэтому верно и неравенство (15). Теорема доказана.

Список использованных источников

1. Владимиров В.С., Волович И.В., Зеленов Е.И. p -Адитический анализ и математическая физика. Москва: Наука, 1994. – Singapore: World Scientific, 1994.
2. В. Dragovich, A. Dragovich A p -Adic Model of DNA Sequence and Genetic Code, <http://arxiv.org/abs/q-bio.GN/0607018>
3. Хренников А.Ю. Неархимедов анализ и его приложения. – Москва: Физматлит, 2003.
4. Литвинчук Г.С. Краевые задачи и сингулярные интегральные уравнения со сдвигом. – М.: Наука, 1977. – С. 448.
5. Гельфонд А.О. Трансцендентные и алгебраические числа / А.О. Гельфонд. – 2-е изд. – М.: URSS, 2006. – 224 с.
6. Bernik V. Application of the Hausdorff dimension in the theory of Diophantine approximations / V. Bernik // Acta Arithmetica. – 1983. – Vol. 42, № 3. – P. 219–253.
7. Кемеш О.Н. Обобщение леммы Гельфонда на цилиндры в поле p -адических чисел. – Мн.: Весці НАН Беларусі, 2018. – Т. 1. – С. 24-29.

УДК 511

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНИМАЦИОННЫХ РИСУНКОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ АЛГЕБРЕ СПОСОБОМ НАГЛЯДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Новик И.А.¹, Ненартович М.В.²

¹ Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка

² Государственное учреждение образования «Средняя школа № 17 г. Лида»

Аннотация. В данной статье дается определение понятия «информационного образовательного ресурса» и выявлена сущность наглядного моделирования при обучении учащихся математике.

На примере рассматривается возможность реализации наглядного моделирования при решении задач алгебры через использование анимационных возможностей динамической среды GeoGebra и выделяются шаги их решения.

Ключевые слова: математика, алгебра, анимация, наглядное моделирование, динамическая среда, информационный образовательный ресурс.

В настоящее время сложно себе представить учебно-воспитательный процесс без применения информационных образовательных ресурсов. Многие ученые И.А. Новик, Н.В. Бровка, В.В. Казаченок, Т.С. Макарова, С.А. Севастьянова и А.В. Протасова сходятся во мнении, что внедрение информационных образовательных ресурсов в учебно-воспитательном процессе способствует его интенсификации и совершенствованию.

Под «информационными образовательными ресурсами» будем понимать совокупность учебных и учебно-методических материалов, представленных в виде определенной информационно-технологической конструкции, которые позволяют организовать учебно-воспитательный процесс и управлять им.

Современные информационные образовательные ресурсы способствуют увеличению разнообразия способов решения математических задач. Одним из таких способов является способ наглядного моделирования.

Специфика наглядного моделирования в обучении математике состоит в возможности распознавания, рассмотрения и анализа учащимися структуры модели, свойств, закономерностей, отношений, взаимосвязей её составляющих частей, формирования осознанного восприятия, что способствует в большей мере устойчивому запоминанию, развитию мышления и воображения при познании объектов окружающего мира.

В рамках реализации способа наглядного моделирования при обучении учащихся алгебре более подробно остановимся на таком информационном образовательном ресурсе как динамическая среда GeoGebra.

GeoGebra – это бесплатная кроссплатформенная динамическая математическая среда, которая дает возможность создания динамических, анимационных чертежей для использования на разных уровнях обучения алгебры и геометрии. Идея использования GeoGebra заключается в интерактивном сочетании геометрического, алгебраического и числового представления учебного материала, что гармонично сочетается и подчеркивает идеи наглядного моделирования.

Динамическая среда GeoGebra дает возможность представлять решение алгебраических задач в виде готовых анимационных наглядных моделей либо их создавать.

Анимационные возможности динамической среды GeoGebra представляют собой новую часть современной дидактики и требуют соблюдения следующих шагов решения алгебраических задач:

1. представление аналитической записи в виде наглядной модели;
2. решение задачи, используя анимационные возможности – отслеживание динамики изменения положения составляющих частей наглядной модели, удовлетворяющей условию задачи;
3. запись ответа с фиксацией ключевых значений.

Рассмотрим пример использования анимационных возможностей динамической среды GeoGebra при решении задач алгебры способом наглядного моделирования.

Пример. Найдите количество решений системы в зависимости от значения параметра a :

$$\begin{cases} |y| + x^2 = 1, \\ |x| + 3|y| = a. \end{cases}$$

Решение.

1. Представление аналитической записи в виде наглядной модели.

Рассмотрим первое уравнение системы $|y| + x^2 = 1$. Преобразуем его к следующему виду $|y| = -x^2 + 1$.

При $y \geq 0$ получаем $y = -x^2 + 1$. Данное уравнение задает часть параболы, вершина которой имеет координаты $(0;1)$, ветви которой направлены вниз, ограниченной снизу осью абсцисс.

При $y \leq 0$ получаем $y = x^2 - 1$. Данное уравнение задает часть параболы, вершина которой имеет координаты $(0;-1)$, ветви которой направлены вверх, ограниченной сверху осью абсцисс.

После проведенного анализа первого уравнения в строке ввода вводится формула $|y| + x^2 = 1$ и в динамической среде GeoGebra наглядно представляется данное уравнение (рисунок 1).

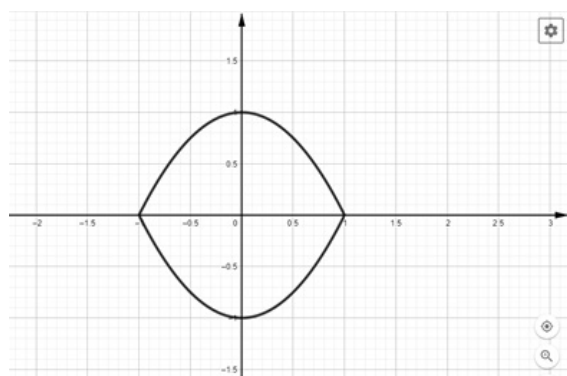


Рисунок 1

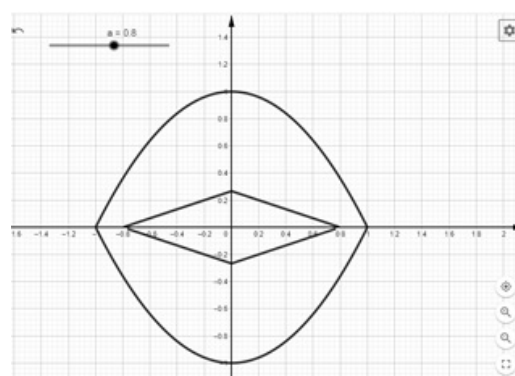


Рисунок 2

Рассмотрим второе уравнение системы $|x| + 3|y| = a$. Уравнение вида $|x| + |y| = a$ задает квадрат, следовательно уравнение $|x| + 3|y| = a$ задает ромб.

После проведенного анализа второго уравнения в строке ввода вводится формула $|x| + 3|y| = a$ и в динамической среде GeoGebra наглядно представляется данное уравнение. Строим ползунок для изменяющегося параметра a (рисунок 2).

2. Решение задачи, используя анимационные возможности. Изменяя и фиксируя ключевые значения параметра a , влияющие на расположение элементов наглядной модели, получаем:

- если $a = 1$, то система имеет два решения (рисунок 3);
- если $a \in (1; 3\frac{1}{12}]$, то система имеет четыре решения (рисунок 4);
- если $a > 3\frac{1}{12}$, то система не имеет решений (рисунок 5).

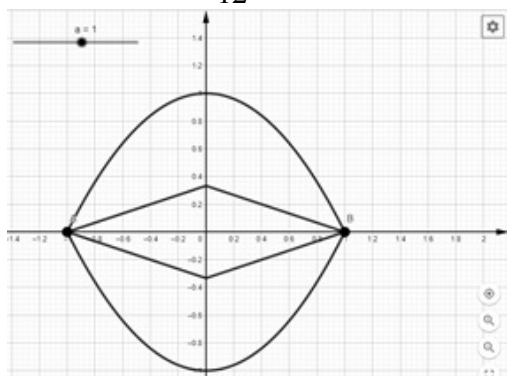


Рисунок 3

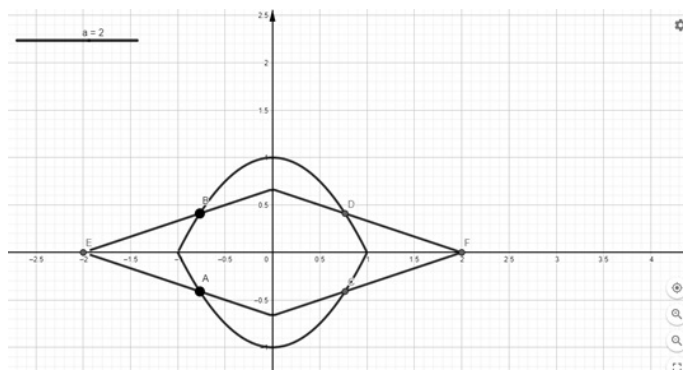


Рисунок 4

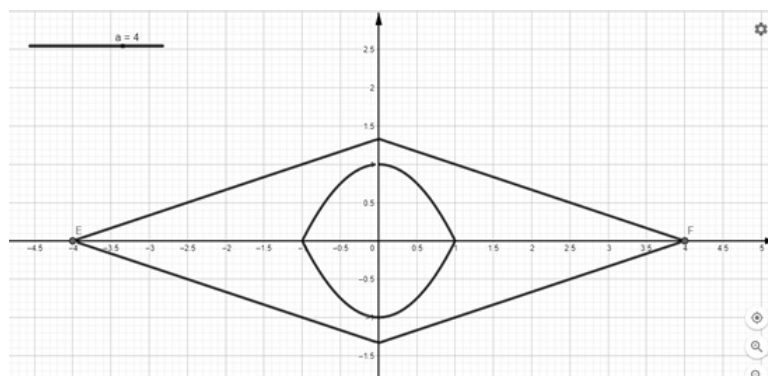


Рисунок 5

3. Запись ответа с фиксацией ключевых значений

Ответ:

- если $a = 1$, то система имеет два решения;
- если $a \in (1; 3\frac{1}{12}]$, то система имеет четыре решения;
- если $a > 3\frac{1}{12}$, то система не имеет решений.

Таким образом, анимационные возможности динамической среды GeoGebra способствует вариативному представлению учебного материала алгебры способом наглядного моделирования. При этом устраняет трудности для учащихся при: построении наглядной модели, соответствующей условию задачи; исследовании наглядной модели; выявлении свойств математических объектов и закономерностей между элементами модели.

Список использованных источников

1. Маркарова Т.С. Концепция развития электронных образовательных ресурсов / Т.С. Маркарова // Информ. ресурсы России. – 2008. – № 6. – Режим доступа: http://www.aselibrary.ru/press_center/journal/irr/2008/number_6/number_6_3/number_6_3895. – Дата доступа: 21.07.2018.
2. Ненартович М.В., Новик И.А. О теоретико-методологических основаниях проблемы использования наглядного моделирования при обучении учащихся курсу алгебры // М.В. Ненартович, И.А. Новик / «Матэматыка» № 4. – Минск: «Адукацыя і выхаванне», 2017 г. – 21-31 с.
3. Новик И.А. Возможности использования и оценки информационно-образовательных ресурсов для обучения учащихся в рамках высокотехнологичной образовательной среды. Матэматыка, 2015. – № 6. – С. 3-7.
4. Протасов А.В. Информационно-образовательные ресурсы учебных заведений среднего образования в сети Интернет / А.В. Протасов // Тобольская социально-педагогическая академия им. Д.И. Менделеева Тобольск, Россия. – Режим доступа: <https://www.scienceforum.ru/2013/pdf/5932.pdf>. – Дата доступа: 16.07.2018.
5. Севастьянова С.А. Информационный образовательный ресурс: структура, содержание, применение в учебном процессе / С.А. Севастьянова // Самарский государственный экономический университет (СГЭУ). – Режим доступа: <http://ito.edu.ru/2006/Samara/VI/VI-0-3.html>. – Дата доступа: 15.07.2018.

УДК 697.8+519.6

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЧАСТНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Попов Д.Н., Варфоломеева О.И., Хворенков Д.А.

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

В статье приводятся результаты обследования отопительного агрегата, его обвязки и системы дымоудаления, который эксплуатировался в частном одноэтажном жилом доме. Обследование выполнялось на основании постановления межрайонного следственного отдела о проведении тех-