Научно-исследовательская работа

**«Ещё раз о колодце Лотоса»**

Предмет

**математика**

***Выполнили****:*

Белозоров Илья Алексеевич,

Третьякова Ева Ильинична,

учащиеся \_\_10\_\_\_ класса

ГБОУ «Брянский городской

лицей№1 имени А.С.Пушкина»

***Руководитель****:*

*Ефремова Любовь Ивановна,*

учитель математики

ГБОУ «Брянский городской

лицей№1 имени А.С.Пушкина»

учёное звание: советник

Содержание

Стр.

I.Введение 3-4

II.Основная часть

2.1. Основные теоретические сведения. 4-9

2.1.1. Миф или реальность. 4-5

2.1.2.Геометрическая неразрешимость задачи

«Колодец Лотоса». 5-6

2.1.3.Аналитический способ решения задачи

«Колодец Лотоса». 6-7

2.1.4. Инженерный подход к решению задачи Фараона. 7-9

2.2.Решение уравнения, составленного графом де Лайе в

фантастическом рассказе А.П.Казанцева «Колодец Лотоса». 9-11 2.3. Результаты анкетирования. 11-12

2.4.Загадка из Древнего Египта. Программный подход к

решению задачи. 12-14

III. Заключение 14-15

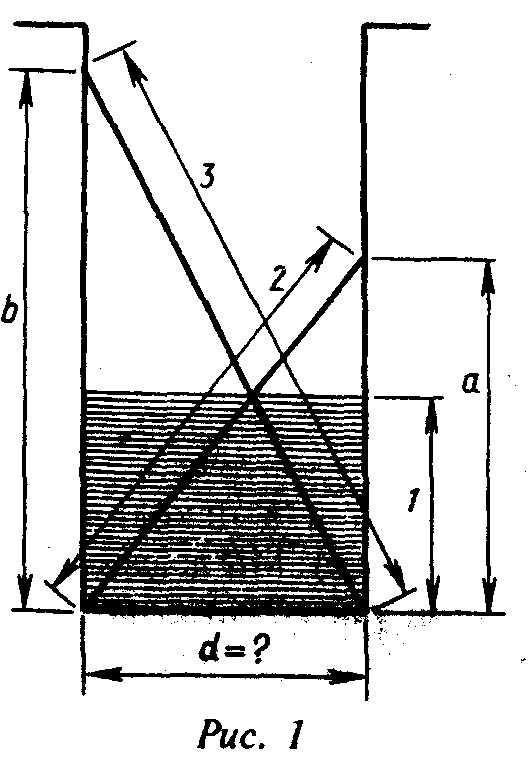
IV. Список источников информации 15

V. Приложения 16-18

**I.Введение**

## https://lookmybook.ru/public/storage/books/cover/00/116043.jpg Помни: замурованный, ты выбей на камне цифры, подай его через отверстие для света и воздуха.

Здесь ответ: что это за цифры?

 Это слова, взятые из книги писателя-фантаста А.П.Казанцева «Колодец Лотоса», которую я прочитала этим летом. Её сюжет меня заинтересовал. Завязка рассказа такова. Археолог Детрие, проводящий раскопки храма бога Ра в древнеегипетском городе Гелиополисе, обнаруживает надпись, в которой излагается условие следующей задачи:

***В колодец (см. рис. 1) погружены две тростинки длиной 2 и 3 меры. Вода доходит до точки их пересе­чения, которая находится выше дна колодца ровно на одну меру. Требуется определить диаметр колодца.[ 3]***

Тот, кто сможет решить эту задачу, становится жре­цом бога Ра. Но если соискатель этого высокого зва­ния потерпит неудачу, то погибнет, замурованный в камере возле колодца Лотоса. Чтобы разобраться в сути задачи, археолог вызывает из Парижа своего друга - профес­сионального математи­ка, графа де Лайе. Тому удается с помощью дос­таточно сложных мето­дов аналитической гео­метрии и алгебры соста­вить уравнение четвер­той степени с одним не­известным. После этого по методу итальянского ученого XVI в. **Феррари** можно получить точное решение. *Вывод уравнения в рассказе неоправданно сложен.[3]*

Совместно с Белозоровым Ильей мы пишем проекты уже два года. Обсудив этот рассказ, мы решили написать проектную работу **«Ещё раз о колодце Лотоса»** и наша учительница по математике Ефремова Л.И. с удовольствием согласилась нам помочь.

**Гипотеза:** можно ли утверждать, что задача о колодце Лотоса соединяет алгебру и геометрию, демонстрируя неразрывную связь этих двух дисциплин.

**Объект исследования:** задача Фараона или задача «Колодец Лотоса».

**Предмет исследования:** различные методы решения задачи о колодце Лотоса.

**Цель исследования:** показать многообразие подходов при решении одной геометрической задачи из занимательной математики.

**Задачи исследования:**

* изучить литературу по данной теме;
* выяснить: задача «Колодец Лотоса» - миф или реальность;
* решить занимательную геометрическую задачу «Колодец Лотоса» разными способами;
* обосновать геометрическую неразрешимость задачи Фараона;
* решить уравнение, составленное графом де Лейе в фантастическом рассказе А.П.Казанцева «Колодец Лотоса»;
* провести анкетирование для выяснения значимости изучения данной задачи;
* создать буклет «Колодец Лотоса» - загадка из Древнего Египта»

**Ожидаемые результаты:** приумножить свои знания в области занимательной математики, увидеть связь математики с историей, литературой и информатикой.

**II.Основная часть**

**2.1. Основные теоретические сведения.**

**2.1.1. Миф или реальность.**

Любителя истории от специалиста-историка отличает, прежде всего, критическое отношение к источни­кам информации. Обратим внимание: ни в публика­циях из №4-97 Р.М. Нижегородцева [2] и А.В. Шевкина [3], ни в статье М.Е.Степанова нет ссылок на труды историков математики. В статье [2] упомя­нуто, что раскопки велись в 1912 г. Вряд ли такой сенсационный результат — обнаружение нового мате­матического текста — не стал бы известен М.Я.Выгод­скому, книга которого вышла в середине нашего века. Но в ней, как и в изданиях других историков, **задача про колодец Лотоса не встречается.**

Напрашивается вывод, что **задача о колодце Лото­са** — просто **плод фантазии писателя А.П.Казанцева**. Его рассказ «Колодец Лотоса» мастерски написан, и там речь идет о реально живших людях: царице Хатшепсут — дочери великого фараона Тутмоса I (1506 — 1494 до н. э.) и ее современнике - великом зодчем Сененмуте. В рассказе описана дружба, соединявшая этих двух людей. Эта гипотеза основана на каких-то изображениях Сененмута, но не более того.

**Писатель-фантаст**, закрутивший сюжет, на основе выдуманных им трогательных взаимоотношениях ца­рицы и зодчего, **мог придумать и задачу, ставшую ис­пытанием для будущего жреца-зодчего.** До начала своей писательской карьеры А.П. Ка­занцев был инженером и поэтому знал математику. Его рассказ интересен тем, что кроме **формулировки задачи** предложен **один из вариантов реше­ния задачи**, доступный кандидатам на звание жреца. **Этот метод** состоит в непосредственном измерении диаметра колодца Лотоса **с помощью тростинок**. После довольно замысловатых манипуляций, использующих мокрые части тростинок, Сененмуту удается получить приближенное значение диаметра колодца d, **равное 37/30. [6]**

**2.1.2. Геометрическая неразрешимость задачи**

**«Колодец Лотоса».** *Отыщи всему начало, и ты многое поймешь. К. Прутков*

**Задача фараона или колодец Лотоса** — одна из задач [занимательной математики](http://cyclowiki.org/w/index.php?title=%D0%97%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0&action=edit&redlink=1) [[1]](http://cyclowiki.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0_%D1%84%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BE%D0%BD%D0%B0#cite_note-1). Опубликована в журнале «Наука и Жизнь» № 1 за [1966 год](http://cyclowiki.org/wiki/1966_%D0%B3%D0%BE%D0%B4), причем в публикации утверждалось, что якобы была сформулирована в [VIII веке до н. э](http://cyclowiki.org/wiki/VIII_%D0%B2%D0%B5%D0%BA_%D0%B4%D0%BE_%D0%BD._%D1%8D.) и прародитель «неразрешимых задач», таких, как «[трисекция угла](http://cyclowiki.org/w/index.php?title=%D0%A2%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B0&action=edit&redlink=1)», «[удвоение куба](http://cyclowiki.org/w/index.php?title=%D0%A3%D0%B4%D0%B2%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BA%D1%83%D0%B1%D0%B0&action=edit&redlink=1)» (задача [Дельфийского оракула](http://cyclowiki.org/w/index.php?title=%D0%94%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BB&action=edit&redlink=1)) и «[квадратура круга](http://cyclowiki.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0&action=edit&redlink=1" \o "Квадратура круга (страница не существует))». Независимых подтверждений этому не известно, то есть скорее всего это мистификация автора статьи в «Науке и жизни».[1]

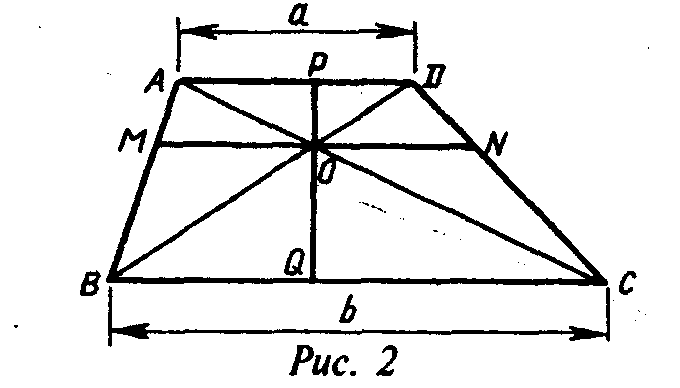
В конце своей статьи «**Колодец Лотоса: утверждение, что это задача древнеегипетских жрецов – иллюзия»** В. **Белянин** пишет: *«Найти геометрическое решение этой задачи, значит с помощью циркуля и линейки с использованием исходных данных, построить отрезок, равный диаметру колодца.* ***Таковое решение пока никем не найдено****. К тому же имеются утверждения, что оно невозможно в принципе. Кратко остановлюсь на этом. Уравнение* ***четвертой*** *степени, возникающее в задаче «Колодец Лотоса» можно понизить до уравнения* ***третьей*** *степени. В связи с этим высказывается следующее утверждение: «Корень кубического уравнения, вообще говоря, невозможно построить традиционным методом с помощью циркуля и линейки без делений.* ***В этом смысле задача фараона геометрически не разрешима».*** *Против такого общего утверждения никто не возразил, и поэтому все остановились на алгебраическом решении задачи»* [5].

**2.1.3. Аналитический способ решения задачи**

**«Колодец Лотоса».** *Лучше научиться поздно, чем никогда «Жизнеописание Эзопа», XXII, 110*

На самом деле достаточно использовать теорему Пи­фагора и следующую теорему о трапеции. *Теорема.* **Длина отрезка, концы которого лежат на боковых сторонах трапеции, а сам он параллелен ее основаниям и проходит через точку пересечения диа­гоналей, равна среднему гармоническому длин основа­ний трапеции. Кроме того, точка пересечения диаго­налей делит данный отрезок пополам** (см. рис.2)

Пусть *РQ* высота трапеции. Из подобия треуголь­ников *АОD* и *СОВ* следует, что

*РО* **:** *а = OQ* **:** *b.*

Или *РО* **:** *а* = *(РQ — РО)* **:** *b.* Отсюда легко получить, что *РО = РQ • а* **:** *(а* + *b).* Из подобия треугольников *АВС* и *АМО* следует пропорция *РО* **:** *РQ* = *МО* **:** *b.* А значит,

*МО* = *a* • *b***:** *(а + b).* То же самое вычисление действи­тельно и для *ОN.*

Легко установить, что *МО* = *ОN* и *МN* = *2аb* **:** *(а + b).* А это и есть среднее гармоническое оснований. Обра­тившись к исходной задаче, мы увидим, что имеем дело с прямоугольной трапецией, для которой *МО* = 1.Ориентируясь на обозначения величин, приведенные на рис.1, мы можем записать два уравнения:= 1 и 32 – *b*2 = 22 – а2.

Используя тот факт, что *а* = √4 – *d*2 и *b* = √9 – *d*2 получаем уравнение, которое понадобится нам в даль­нейшем:

√4 – *d*2 + √9 – *d*2 = √4 – *d*2 *•*  √9 – *d*2 (1)

Однако чаще идут другим путем. Исключают снача­ла переменную *d*, получая уравнение *b*2 *- а*2 *=* 5. Затем с помощью равенства *аb* = *а* + *b* выражают *b* через *а* и подставляют в уравнение *b*2 *—* *a*2 = 5. В результате получается уравнение четвертой степени с неизвестным *a*:

*a*4 *- 2 а*3 *+ 5а*2 *-*10 *а +* 5 *=* 0*.* (2)

После достаточно сложных преобразований, в том числе и с комплексными числами, метод Феррари по­зволяет получить точное решение задачи. В итоге получается ответ: d1,23119

С чисто математической точки зрения тема закрыта, однако интерес к этой задаче не ослабевает.

**2.1.4. Инженерный подход к решению задачи Фараона.** Наука древнего мира ориентировалась не на тео­ретическое решение той или иной задачи, а прежде всего на получение практического результата. *Такой подход можно условно назвать* ***инженерным****.* ***Одним*** *из его вариантов является принятие без особых обосновании более или менее* ***правдоподобной гипотезы,*** *значительно* ***облегчающей вычисления****.* [6]

Для уточнения решений мы воспользуемся преобра­зованиями, напоминающими **выделение полного квад­рата**, и будем решать квадратные уравнения. Это наше **второе допущение**, которое мы обоснуем ссылкой на мнение известного историка математики М.Я. Выгод­ского, считавшего, что египетская математика имела уровень, не уступающий вавилонской математике. Мы не имеем прямых данных о том, что египтяне решали полные квадратные уравне­ния. Но предположение об этом представляется нам весьма вероятным.

Основой нашего метода станет приближенный спо­соб извлечения квадратных корней, известный с древ­нейших времен. При этом использовалась формула: r а2 +

Приступим к решению задачи и получим прибли­женное значение *d*0 — диаметра колодца. Вспомнив, что *b*2 *—* *a*2 = 5 сделаем **«инженерное» предположе­ние: среднее гармоническое чисел *а* и *b* приближен­но равно их среднему арифметическому.** Мы делаем это предположение без обоснований, так сказать, на гла­зок. Практически мы считаем, что длина отрезка *МО* **на рис. 2** равна половине средней линии трапеции. В результате предположения мы получаем систему двух уравнений, которая решается исключением одной из переменных без всякого труда: *a +* *b*  = 4,

*b*2 *—* *a*2 = 5.

В итоге: *а* = 11 / 8, *b =* 21 / 8. Легко вычислить, что диаметр *d*0 в этом случае приблизительно равен 1,45, а высота воды в колодце при таком диаметре около 0,9.

**Рассмотрение задачи о колодце Лотоса будет непол­ным, если не коснуться особенностей эстетики Древ­него Египта.**

Египтян привлекали геометрические конфигурации, отличающиеся максимальной простотой и характери­зующиеся отношениями небольших целых чисел. Для египтянина естественно было искать решение задач в виде дробей с *малыми* знаменателями. Если рассматривать дробные числа со знаменателя­ми не более 5, то неплохое приближение диаметра ко­лодца дают дроби 5/4 и 6/5. Обе эти дроби хорошо соответствуют духу египетской математики, где было принято записывать произвольную дробь в виде суммы дробей с числителями, равными 1: =1 +, = 1+ . Каждое из этих двух значений диаметра занесем в таблицу 1:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *d* диаметр | *a* | *b* | *а b*: *(а + b) —* высота воды |
| 5/4 | 1,56 | 2,73 | 0,99 |
| 6/5 | 1,4 | 2,75 | 1,01 |

**Таблица 1.** Мы получили два приблизительных решения *(d =* 1,25 и *d =* 1,2), дающих хорошие практические ре­зультаты. Первое из них несколько точнее, но с точки зрения красоты числовых соотношений предпочтение следует отдать второму значению. Дело в том, что ве­личина равная 1,2 является половиной среднего гармо­нического длины диагоналей трапеции. Действитель­но,

23**:** (2 + 3) = 1,2. **Такие числовые соотношения указывают на гармоничное построение колодца.**

**2.2. Решение уравнения, составленного графом де Лайе в фантастическом рассказе А.П.Казанцева «Колодец Лотоса».**

Обратимся к рассказу А.П. Казанцева.

***«****Обозначим длину мокрой части короткой тростинки через "d", теперь представим, что тростинка скользит одним концом по вертикали, а другой по горизонтали (по дну колодца). Из высшей математики известно, что точка на расстоянии d будет описывать эллипс. Я записал уравнение этого эллипса. Вот оно:*

*— Теперь все очень просто, — продолжал граф де Лейе. — Нужно решить это уравнение для Y=1 и Х=r2–1 — величина проекции мокрого отрезка длинной тростинки. Получаем уравнение. Правда, четвертой степени, к сожалению: 5r4–20r3+20r2–16r+16=0»[4]*

Мы решили сами попробовать решить это уравнение методом итальянского ученого XVI в. **Феррари,** с которым мы ознакомились в интернете, так как в школьной программе он не изучается.

5r4–20r3+20r2–16r+16=0, **r4 -4r3+4r2 -3,2r +3,2=0 (1)**

a=-4; b= 4; c=-3,2; d=3,2. Замена: r = y -, т.е. **r= y+1**

(у+4)4 – 4(у+1)3 + 4(у+1)2 – 3,2(у+1) +3,2=0

у4+4у3+6у2+4у +1 -4(у3+3у2+3у +1) +4 (у2+2у +1) – 3,2у -3,2 +3,2=0

у4 +4у3+6у2+4у +1 -4у3 - 12у2- 12у - 4 + 4у2+8у +4 – 3,2у=0

**у4 - 2у2 – 3,2у +1=0 (2), p=-2, q = -3,2, r =1**

2s3 – ps2 -2rs +rp - кубическая резольвента для данного уравнения

2s3 +2s2 -2s -2- 2,56 = 0, **s3 +s2 - s -2,28 = 0 (3)**. Пусть Р(х)= **s3 +s2 - s -2,28**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| S | 1 | **1,105** | 1,42 |
| P(x) | -1,28 | **-0,814** | 1,16 |

Пусть s

Решим квадратные уравнения:

Решим квадратные уравнения:

(4)

(5)

**4)**  21y2 - 44,1y – 16 + 23,205 = 0

21y2 – 44,1y + 7,205 = 0

**D** = (-44,1)2 – 4 21 7,205 = 1944,81 – 605,22 = 1339,5 ≈ 36,62

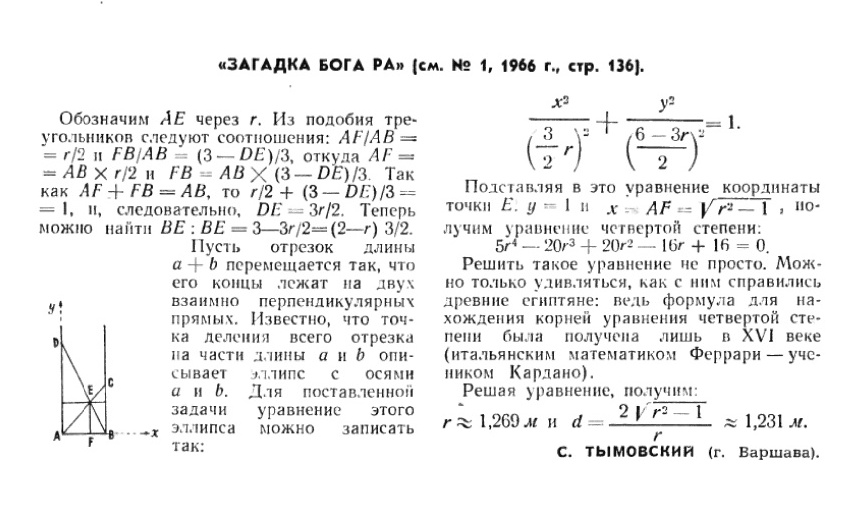
**5)** 21y2 + 44,1y + 39,205 = 0

**D** = 44,12 – 4 21 39,205 = 1944,81 – 3293,22 < 0 => корней нет

При y1 = 1,92, r1 = y1 + 1 = 2,92 – не удовлетворяет условию задачи

При y2 = 0,179, r2 = y2 + 1 = 1,179 ≈ 1,18

**Ответ: d ≈ 1,18.** У нас расхождения в 0,05 со следующей статьей.

[1]

**2.3.**  **Результаты анкетирования.**

**В анкетировании приняли участие:**

10физико - математический, 10 инженерный №1, 10 инженерный №2, 10 социально-экономический №1, 10 социально-экономический №2. Всего 94 человека.

**Вопросы для анкетирования:**

1. Какие задачи из Древнего Египта вам приходилось решать?

2. Известно ли вам о существовании задачи «Колодец Лотоса»?

3. Знаете ли вы, что над этой задачей и по сей день «ломают головы» не только математики, но и программисты?

4.Хотелось бы вам познакомиться с загадкой жрецов Бога Ра?

**На первый вопрос**, был ответ немножко неопределенный, так как все опрошенные решали занимательные задачи, но точно не знают из Древнего Египта они или нет, даже, кроме Египетского папируса называли папирусы Ахмеса и Ринда. **О существовании** задачи «Колодец Лотоса» нашим одноклассникам почти **ничего неизвестно**, но это можно объяснить тем, что эту задачу может решить только старшеклассник, поэтому учителя не могли её предлагать на внеклассных мероприятиях. То, что над этой задачей и по сей день «ломают головы» не только математики, но и программисты десятиклассники не могли даже и предположить. Хотим добавить, что был объявлен математический форум «Аналитическое решение задачи Фараона» в мае 2020 года на сайте [**www.math10.com**](http://www.math10.com)**.** Конечно, же, эта задача вызвала интерес и у наших лицеистов и большинство ребят хотели бы познакомиться с загадкой жрецов Бога Ра.

**2.4. Загадка из древнего Египта.** **Программный подход к**

**решению задачи.**

Решение задачи в статье Р.М. Нижегородцева приводит к уравнению четвертой сте­пени: *а*4 - 2*а*3 - 5*а*2 + 10*а* – 5 = 0. (\*)

Заметим, что если это уравнение имеет рациональный корень, то он целый и яв­ляется делителем числа 5. Так как 1 не является корнем уравнения, то на отрезке [1; 3] уравнение (\*) не имеет рациональных корней. Именно это обстоятельство застав­ляет искать **нетрадиционные способы** реше­ния уравнения, один из которых приведен в статье Р.М. Нижегородцева. [2]

Обратим внимание на возможность реше­ния той же задачи с помощью **несложной программы**, принцип работы которой описан в **статье "Задачи о делении доходов и метод половинного деления отрезков"** (Математика в школе. 1996. № 3). Чтобы воспользоваться **этим вторым** способом решения, к уравнению (\*) можно прийти с меньшим числом обозначений.

Для решения задачи рассмотрим функцию:

*f*(а) = *а*4 - 2*а*3 - 5*а*2 + 10*а* - 5

на отрезке [1;3]. Эта функция непрерывна, как всякий многочлен, на концах отрезка функция принимает значения разных зна­ков, но она не является монотонной. Поэтому для доказательства единственности корня уравнения требуется дополнительное иссле­дование. Уточним характер поведения функ­ции на отрезке [1; 3]. *f* '(а) = 4*а*3 - 6*а*2 - 10*а* + 10, *f* ' (1) = - 2 < 0;

*f* '' (а) = 12*а*2 - 12*а* - 10.

На отрезке [1; 3] имеется одна точка *а*1 = ≈ 1,54

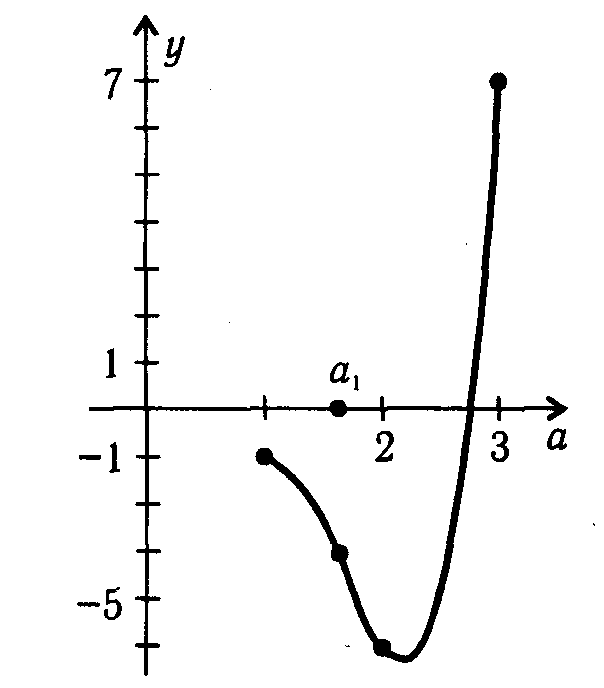
в которой *f* "(*а*) = 0. При *а* < *a*1 *f* "(*а*) < 0, график имеет выпуклость вверх, при *а > а*1 *f* "(*а*) > 0, график имеет выпуклость вниз (см. рис.3). Следовательно, на отрезке [1; 3] существует только одна точка *а*, в которой *f*(*а*) = 0. Единственность корня уравнения на отрезке [1; 3] установ­лена. Найдем приближенное значение корня методом половинного деления отрезка.

Рис.3 Внесем исправления в программу 1 из упомянутой выше статьи и получим про­грамму для поиска корня уравнения.

10 К = 1: N = 3

20 А = (К+N) / 2

30 IF N - К < .000002 ТНЕN GОТО 70

40 F = А*^* 4 *–* 2 *\** А*^* 3 *-* 5*\**А*^*2 *+* 10*\**А *-* 5

50 IF Р < 0 ТНЕN К = А: GОТО 20

60 N = А: GОТО 20

70 Х = SQR(9 - А^2)

80 РRINТ "ответ: *а* = " ; А

90 РRINT х = " ; Х

100 ЕND

Координаты концов первоначального от­резка обозначены здесь *К* и *N.* Проверка условия *F* = 0 пропущена, так как во внут­ренней рациональной точке отрезка это условие не выполняется (уравнение не имеет рациональных корней). В строке 70 вычисляется ответ по формуле: *х* = √9 - *а*2. После запуска программы получим ответ:

*а =* 2.735723

*х =*  1.231187.

Последний результат подтверждает ответ, полученный Р. М. Нижегородцевым: *х* = 1,231119. [6]

**III. Заключение**

На стене древнеегипетского храма под текстом данной задачи было обнаружено пояснение, из которого следует, что эта задача служила испытанием для желающих стать жрецами бога Ра. Вошедший в ком­нату для решения этой задачи оказывался, отрезан от внешнего мира, так что решив­ший ее становился жрецом, а не решивший умирал голодной смертью. Предупреждение под текстом задачи заканчивалось словами:

"**Через стену колодца Лотоса прошли многие, но мало кто стал жрецом бога Ра. Думай. Цени свою жизнь. Так сове­туют тебе жрецы бога Ра".** [4]

Заметим, что способ, которым могли бы воспользоваться египетские жрецы при отборе достойных кандидатов в жрецы, нам не известен. Можно только предполагать, что он был все же геометрическим, так как сколько-нибудь развитой техники решения уравнений тогда еще не было. Может быть, у кого-то это получится?

В работе описаны не все методы решения этой интересной задачи, а лишь те, в которых мы разобрались и которые будут понятны для восприятия.

Это **аналитический** способ, где составляется уравнение 4-й степени. Мы, в первой четверти изучали «Многочлены», но с методом Феррари пришлось ознакомиться самостоятельно, так как уравнение оказалось нестандартным и легко не решается. **Инженерный** подход к задаче заключался в том, что он опирался не на теоретическое решение, а на получение практического результата, т.е. мы немножко коснулись эстетики Древнего Египта. Так как при написании нашей работы мы опирались в основном на статьи, то не могли оставить без внимания **программный** подход к решению задачи, который был затронут в статье Р.М. Нижегородцева. [2]

Также, мы подтвердили **гипотезу**, что задача о колодце Лотоса соединяет алгебру и геометрию. Без знаний геометрии нельзя составить уравнение или систему уравнений, а без алгебры - решить их. В работе **цель** достигнута, **задачи** выполнены.

Задача Фараона или «Колодец Лотоса» уникальна. Не одно столетие эта загадка волнует умы человечества. До сих пор мы не можем быть уверенными в достоверности ее решения. Это и делает ее интересной для настоящих и будущих исследователей.

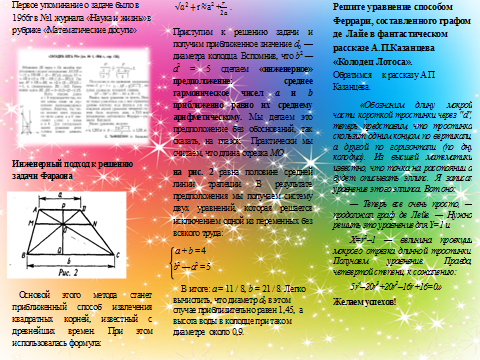
**IV. Список источников информации**

1. Тымовский С.(г. Варшава). Загадка жрецов Бога Ра //Наука и жизнь – 1966, №1, с. 136-137.
2. Нижегородцев Р.М. Загадка из Древнего Египта [задача о колодце Лотоса] //Математика в школе -1997, №4, с. 72-74.
3. Шевкин А.В. К статье Р.М. Нижегородцева «Загадка из Древнего Египта»// Математика в школе -1997 №4 с. 74-75.
4. Казанцев А., Сиянин М. Колодец Лотоса. Фантастический рассказ// На суше и на море. - 1975, №15.
5. Белянин В.С. «Колодец Лотоса: утверждение, что это задача древнеегипетских жрецов – иллюзия» // АТ. – М.: Эл. № 77-6567, публ.23556,18.07.2017.– URL:trinitas.ru/rus/doc/0016/001f/00163358.htm.
6. Еглевская А. «Еще раз о колодце Лотоса»// Математика в школе -1999, №1, с. 63-66.

**V. Приложения**



***Буклет «Колодец Лотоса» - загадка из Древнего Египта»***



**Приложение**

**Результаты анкетирования**

**На первый вопрос** ответы разделились. **О существовании** задачи «Колодец Лотоса» участникам опроса почти **ничего неизвестно**. Десятиклассники и предположить не могли, что по сей день не только математики, но и программисты «ломают голову» над этой задачей. Хотим добавить, что был объявлен математический форум «Аналитическое решение задачи Фараона» в мае 2020 года на сайте [www.math10.com](http://www.math10.com)**.**  Эта задача вызвала интерес и у наших лицеистов, большинство ребят хотело бы познакомиться с загадкой жрецов Бога Ра.