

РИПТ «Вычислительный эксперимент на уроках математики»



Симакова М.Н., учитель математики
Симаков Е.Е., учитель математики,
информатики и ИКТ

Содержание

- Этапы инновационной работы
- Вычислительный эксперимент
- Технический цикл вычислительного эксперимента
- Возможности вычислительного эксперимента
- Программные комплексы
- Задача 1. Решение уравнения с параметром.
- Задача 2. Решение прикладной экономической задачи.
- Задача 3. Доказательство теоремы.
- Задача 4. Площадь фигуры, ограниченной линией.
- Задача 5. Задача с экономическим содержанием.
- Задача 6. Решение прикладной задачи по физике.



Этапы инновационной работы

2013-2017г.г. - работа РИП «Метапредметный подход к преподаванию математики».

Основная идея – изучение учащимися компьютерных программ и их использование на уроках математики и в учебно-исследовательской деятельности.

Для педагогов области проведены дистанционные курсы по обучению работе в программе GeoGebra, мастер-классы и открытые уроки, выступления из опыта работы на педагогических конференциях, издано методическое пособие по теме РИП.



Этапы инновационной работы

2017-18 уч.г. - планируется разработка методики преподавания математики, основанной на применении вычислительного и компьютерного эксперимента.

Основная идея – решение и доказательство математических задач путем вычислительного эксперимента с использованием изученных компьютерных программ.

Предполагаемые направления:

- разработка алгоритмов доказательства теорем по геометрии;
- решение прикладных задач физического и экономического содержания;
- решение заданий с параметром с помощью вычислительного эксперимента;
- создание 3-D моделей фигур и др.



Вычислительный эксперимент

Основная идея **вычислительного эксперимента** – замена исходного объекта математической моделью и дальнейшее изучение модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов.

Суть вычислительного эксперимента состоит в том, что на основе различных вариантов математических моделей с помощью компьютера проводятся исследования свойств объекта, процесса или системы, находятся их оптимальные параметры, уточняется математическая модель.

Вычислительный эксперимент позволяет получать и уточнять количественные характеристики исследуемого объекта, является орудием поиска неизвестных качественных закономерностей, присущих изучаемым объектам.



Технический цикл вычислительного эксперимента



- **1-й этап.** Построение математической модели объекта, отражающей его свойства.
- **2-й этап.** Разработка вычислительного алгоритма для реализации модели на компьютере.
- **3-й этап.** Проведение расчетов. Этот этап вычислительного эксперимента выполняется с помощью ИКТ.
- **4-й этап.** Анализ результатов.

При необходимости, корректировка математической модели и начало нового цикла вычислительного эксперимента.



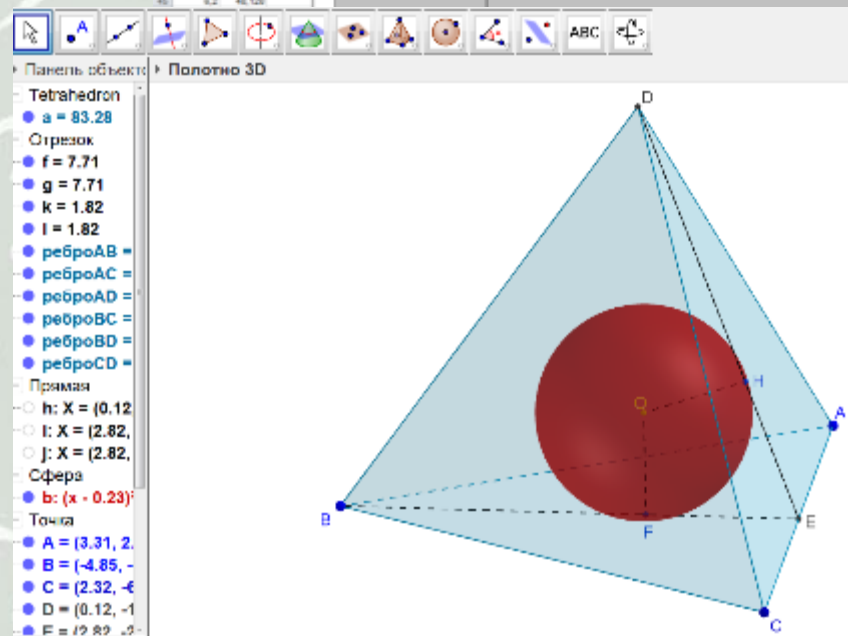
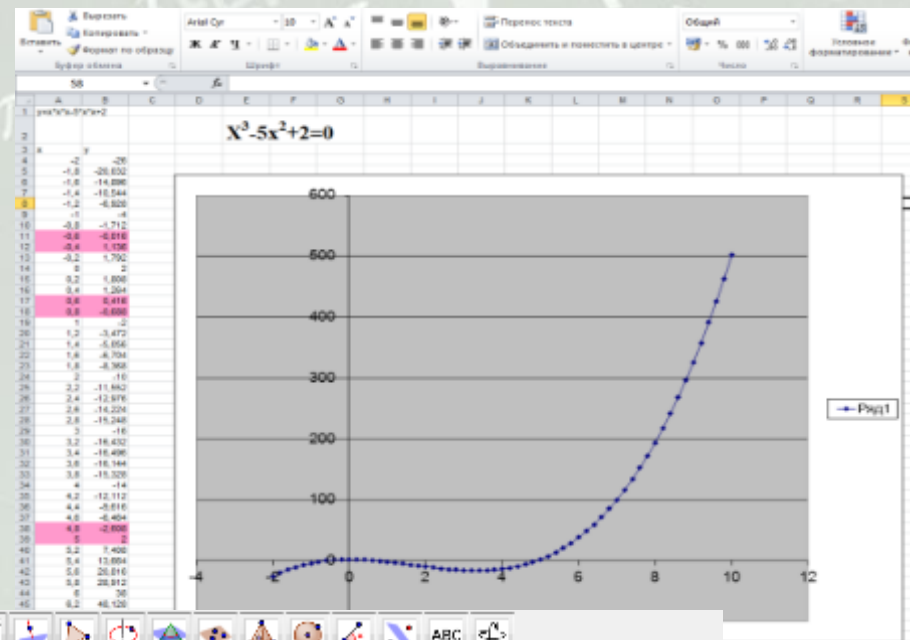
Возможности вычислительного эксперимента

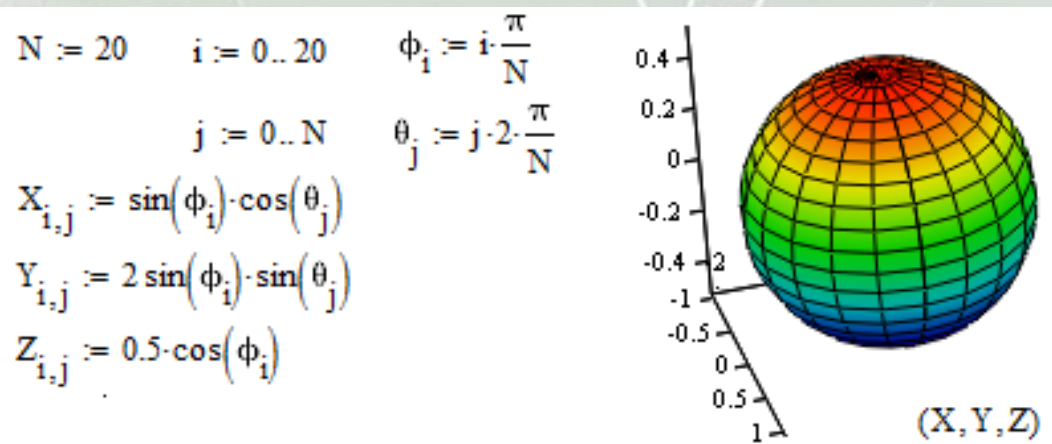
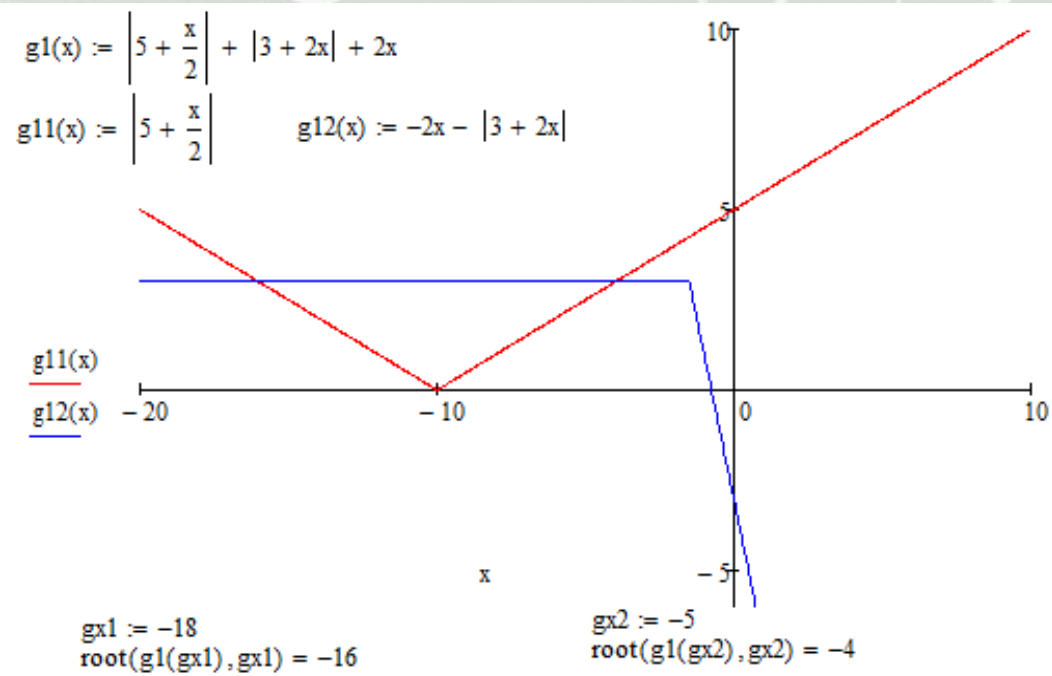
- Организация творческой, исследовательской деятельности учащихся.
- Реализация связи теории с практикой (основой вычислительного эксперимента является математическое моделирование, геометрической базой – прикладная математика).
- Изучение этапов математического моделирования: постановка проблемы и ее анализ, построение математической модели, исследование модели, изучение решения.
- Формирование алгоритмической культуры учащихся.
- Визуализация учебной информации, представление ее в виде графиков;
- Рассмотрение математических объектов в динамике, иллюстрация процесса изменения объектов с изменением значений параметров.
- Предоставление информации по использованию возможностей программы при решении математических задач вне школьных занятий.



Программные комплексы

- **MS Excel** – табличный процессор, позволяющий строить графики и диаграммы, решать экономические задачи и задачи с параметром путем варьирования значений переменных;
- **GeoGebra** – динамическая геометрическая среда с широкими возможностями для построения и исследования графиков, стереометрических фигур и поверхностей, решения уравнений, неравенств и их систем, решения геометрических задач, а также задач теории вероятностей и математической статистики, прикладных задач;

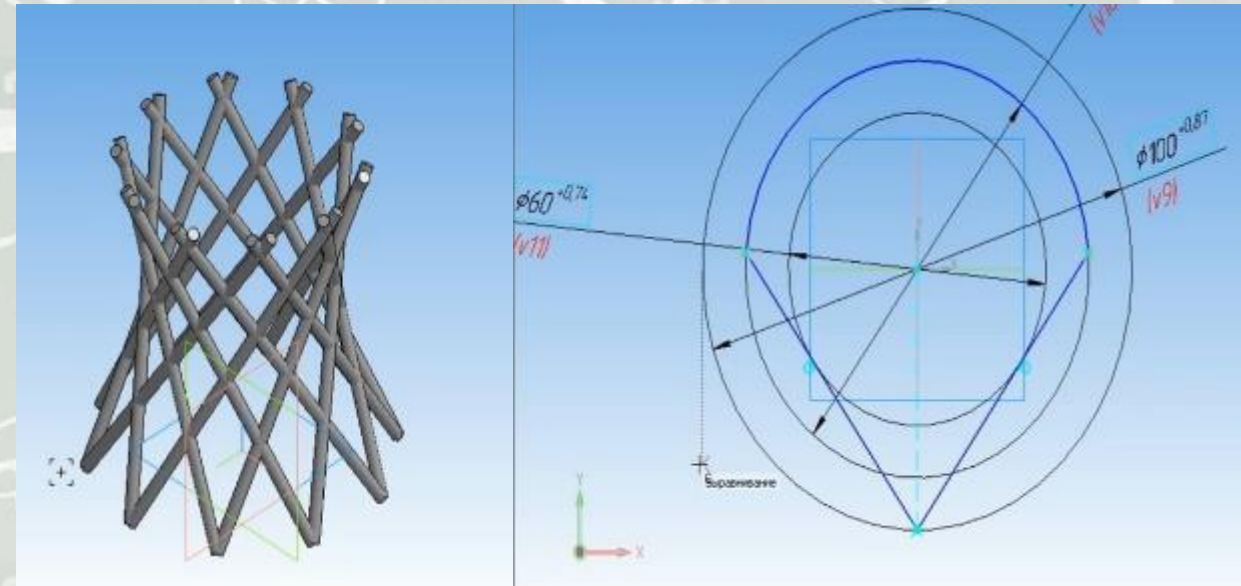


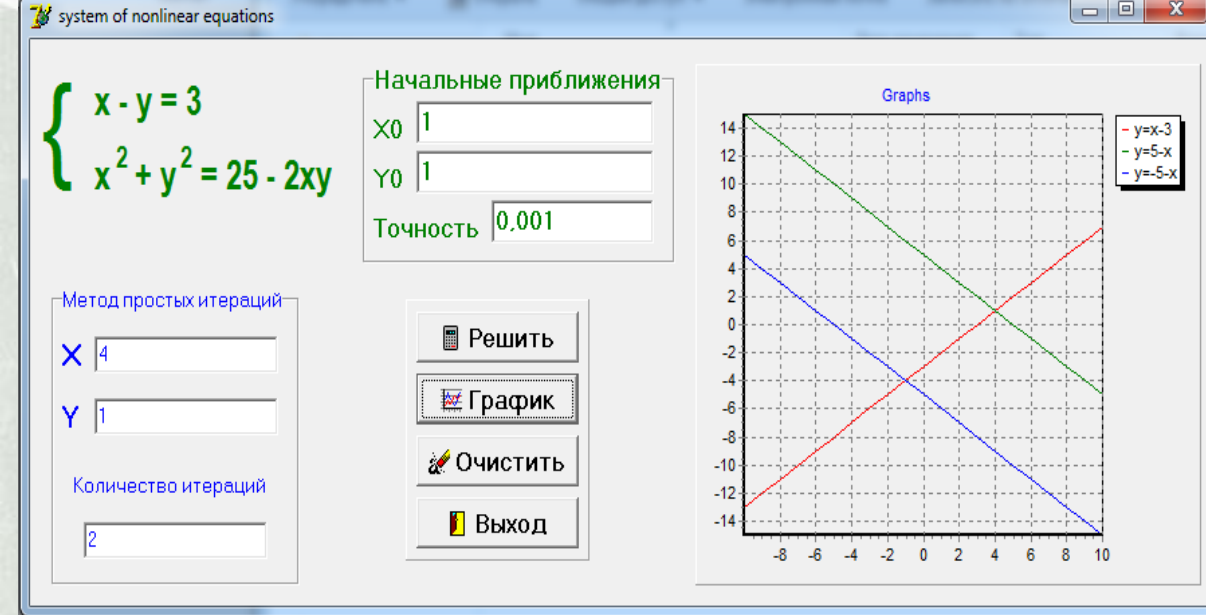


➤ **MathCAD Prime 3.0** – система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования. Содержит сотни операторов и встроенных функций для решения различных технических задач. Среди возможностей MathCAD можно выделить:

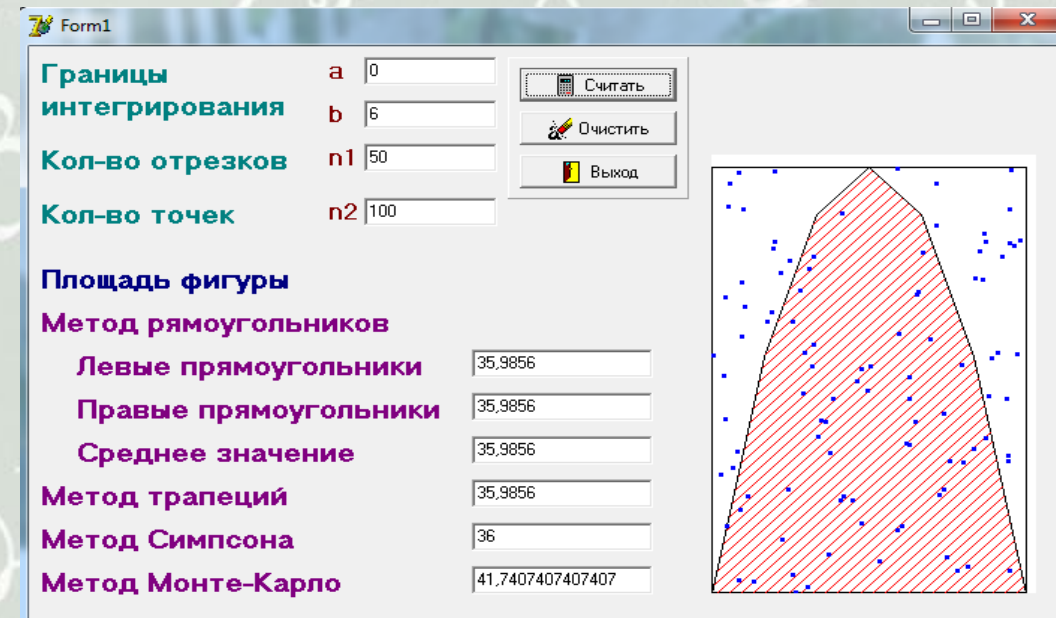
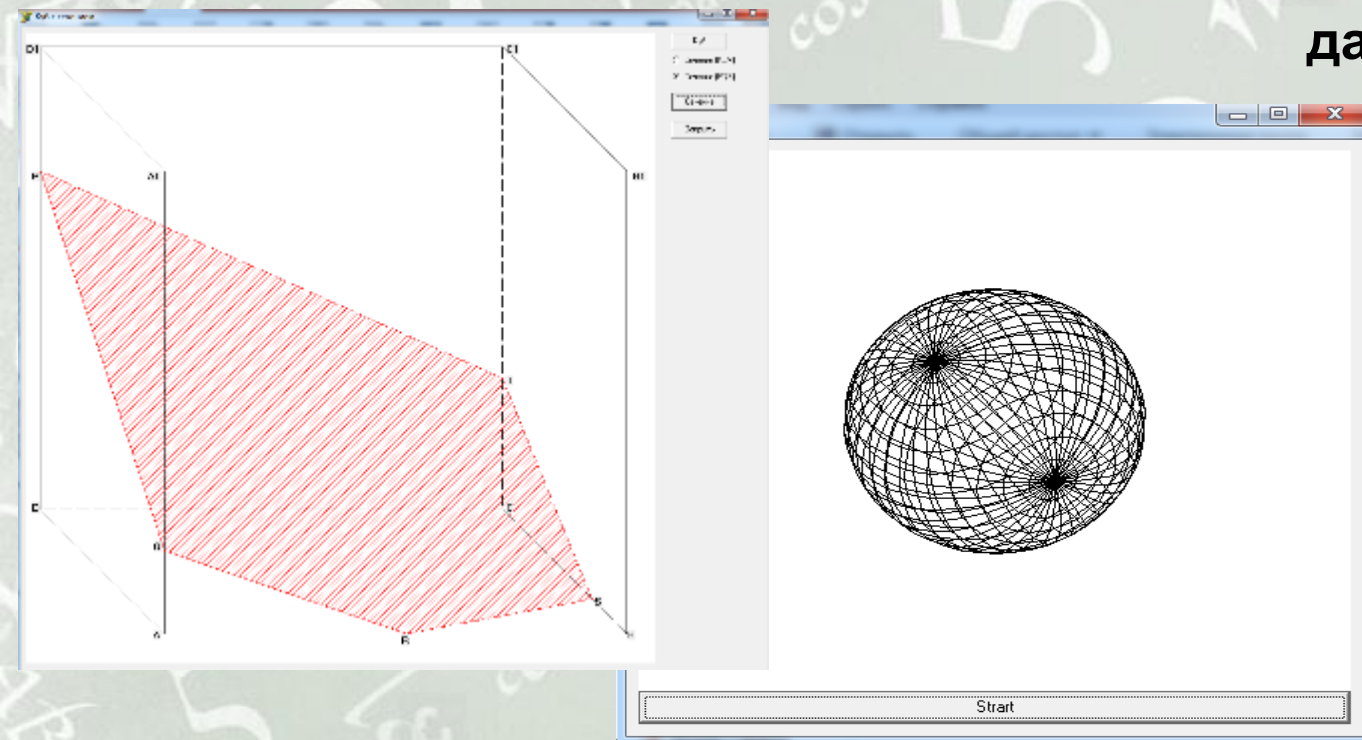
- ✓ решение различных уравнений и систем, в том числе и численными методами;
- ✓ построение двумерных, трёхмерных графиков функций, графиков в полярной системе координат, контурных и векторных графиков;
- ✓ выполнение вычислений в символьном режиме для преобразования и упрощения выражений, а также решения задач в общем виде;
- ✓ выполнение операций с векторами и матрицами;
- ✓ аппроксимация кривых;
- ✓ проведение статистических расчётов и работа с распределением вероятностей.

➤ **Компас 3D LT** — система автоматизированного проектирования, предназначенная для создания трёхмерных моделей объектов, инженерных деталей и сооружений. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства. Разработанные компьютерные модели могут быть реализованы с использованием технологии 3D-печати с целью их дальнейшего исследования.





➤ **Lazarus (Delphi)** – среда разработки, позволяющая создавать приложения с визуальным интерфейсом для решения различных прикладных задач. Алгоритмы для решения конкретной задачи могут быть реализованы в виде программы на языке Object Pascal. Создаваемые таким образом приложения позволяют решать целый класс задач с различными входными данными.

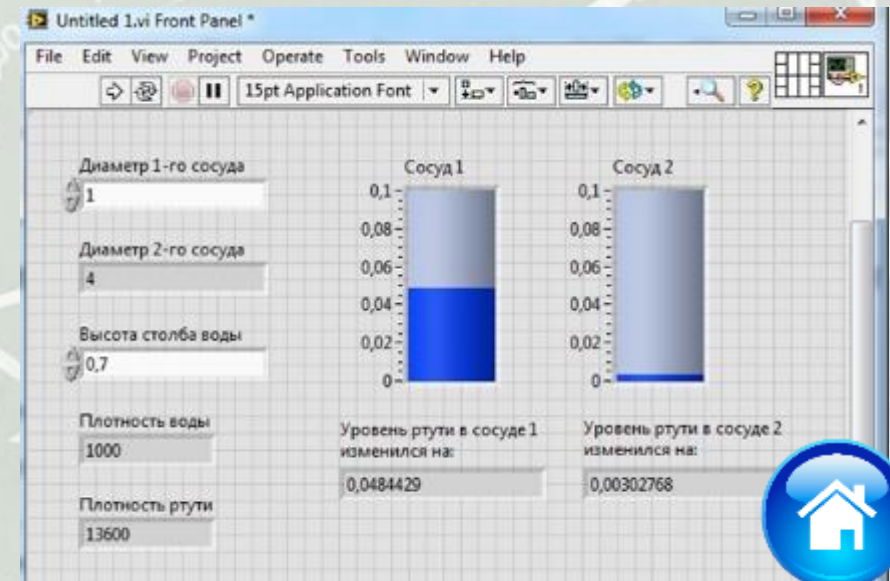
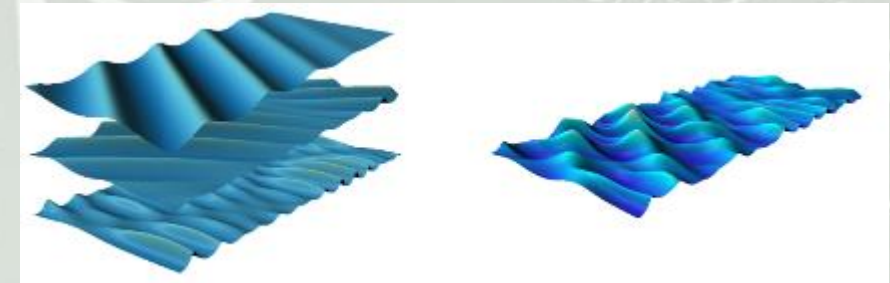
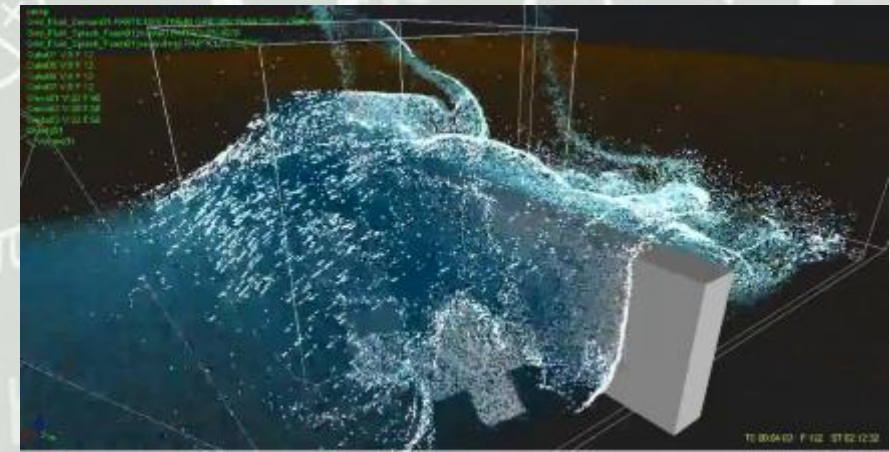


➤ **LabVIEW** – среда разработки на основе графического языка программирования G. Графический подход не требует знания синтаксиса языка и особенностей его использования. Разрабатываемые виртуальные приборы состоят из лицевой панели и блочной диаграммы.

➤ **RealFlow** - компьютерная программа, предназначенная для моделирования и симуляции разнообразных физических тел в динамике. Способна моделировать твёрдые тела, деформируемые тела, жидкости, газы, специфические объекты, а также взаимодействия этих тел между собой. В основе лежит метод гидродинамики сглаженных частиц.

➤ **Golden Software Surfer** - система создания трехмерных карт, моделирования и анализа поверхностей. Мощные интерполяционные функции позволяют создавать точные поверхности высочайшего качества.

➤ **Golden Software Grapher** - графический пакет, позволяющий создавать графики одного из 54 типов.



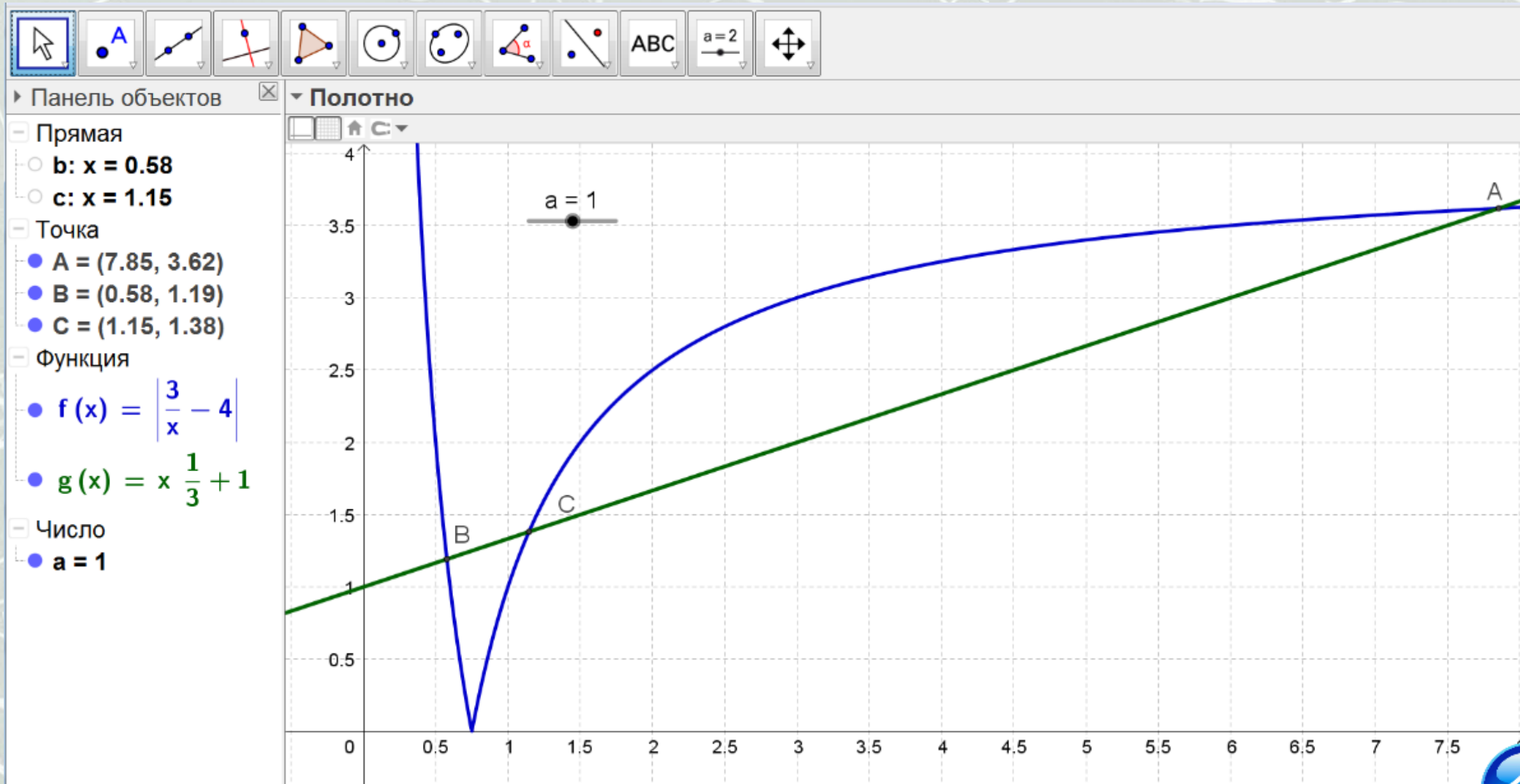
Задача 1. Решение уравнения с параметром.

Найти все целочисленные значения параметра a , при которых уравнение

$$\text{имеет более двух корней на интервале } (0; +\infty): \left| \frac{3}{x} - 4 \right| = \frac{x \cdot a}{3} + 1.$$

1-й этап. Построение модели. Зададим две функции $f(x)$ и $g(x)$, соответствующие левой и правой частям уравнения. Построим графики функций. Графики могут иметь или не иметь точки пересечения. Это зависит от значения параметра. Решение сводится к рассмотрению возможных вариантов расположения графиков.

2-й этап. Разработка вычислительного алгоритма. Количество точек пересечения графиков определяет количество корней заданного уравнения. Оно может изменяться при изменении параметра. Для изменения параметра создадим Ползунок, используя соответствующий инструмент среды GeoGebra.



3-й этап. Проведение расчетов. Рассмотрим несколько возможных вариантов расположения графиков при изменении параметра. Определим значения параметра, при которых графики пересекаются более, чем в 2 точках.

4-й этап. Анализ результатов. Исследования поведения графика линейной функции $g(x)$ при различных значениях параметра с шагом 0.01 показывают, что прямая имеет более двух точек пересечения с графиком функции $f(x)$ при $a \in (0; 2.26)$

Задача 2. Решение прикладной экономической задачи.

Комната имеет размеры $A \times B \times C$ см, причем $k\%$ занимают оконный и дверной проемы. Необходимо рассчитать, какое количество краски потребуется для проведения ремонтных работ в комнате, если с помощью 1 банки можно закрасить $S \text{ м}^2$?

1-й этап. Построение модели. Для построения математической модели описанного процесса необходимо провести формализацию входных параметров:

- ✓ форма помещения – прямоугольная (A см – длина, B см – ширина, C см – высота);
- ✓ $(1 - k) \%$ – процент окрашиваемой площади;

- ✓ $S_{нов} = 2 \cdot (a \cdot c + b \cdot c) \cdot (1 - k) = 2 \cdot c \cdot (a + b) \cdot (1 - k)$ – площадь стен для покраски;

- ✓ $N = \text{округл} \left(\frac{S_{нов}}{S} \right)$ – необходимое количество банок с краской (целое число).

2-й этап. Разработка вычислительного алгоритма. Для проведения компьютерного эксперимента по построенной математической модели с помощью табличного процессора MS Excel необходимо построить соответствующую электронную таблицу, задав конкретные числовые значения параметрам задачи. Проведем расчеты полной площади помещения и площади стен под покраску по соответствующим формулам:

✓ $G17 = 2 * \$C\$7 * (\$C\$5 + \$C\$6) / 10000;$

✓ $G18 = (2 * \$C\$7 * (\$C\$5 + \$C\$6) / 10000) * (1 - \$B\$11 / 100).$

✓ Для округления полученного значения N в ячейке B22 до целого числа используем встроенную функцию **ОКРУГЛ**: $B22 = \text{ОКРУГЛ}(\$G\$18 / \$B\$15; 0).$

3-й этап. Проведение расчетов. Проведем расчеты для определения необходимого количества банок с краской для проведения ремонта в помещении. Будем варьировать параметры задачи и отслеживать влияние этих параметров на конечный результат.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<u>Ремонт помещения</u>							
2								
3	Размеры помещения							
4								
5	Длина		400 см					
6	Ширина		500 см					
7	Высота		220 см					
8								
9	Процент площади, занимаемый оконным и дверным проемами							
10								
11	K		20 %					
12								
13	Площадь, окрашиваемая с использованием одной банки краски							
14								
15	S		4 м ²					
16								
17	Общая площадь помещения						39,6 м ²	
18	Площадь стен под покраску						31,68 м ²	
19								
20	Необходимое количество банок с краской							
21								
22	N		8 шт.					



4-й этап. Анализ результатов. Полученный ответ удовлетворяет условию задачи и позволяет определить необходимое количество краски, а также установить взаимосвязь между исходными параметрами задачи. С помощью построенной электронной таблицы также возможно рассчитать количество краски для проведения ремонта в различных помещениях, а добавив дополнительные параметры, можно определить и количество иного материала (например, обоев, клея, ламината, цемента и т.д.).

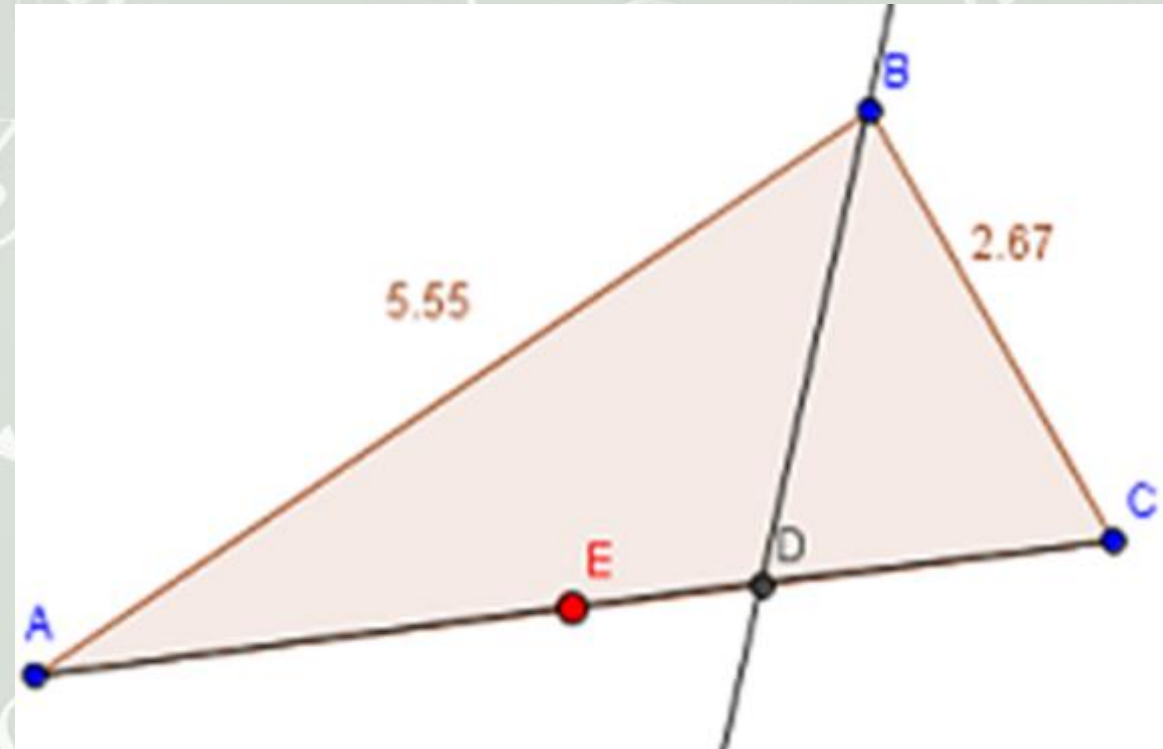


Задача 3. Доказательство теоремы.

Биссектриса треугольника делит противоположную сторону на отрезки, пропорциональные прилежащим сторонам треугольника.

1-й этап. Построение модели.

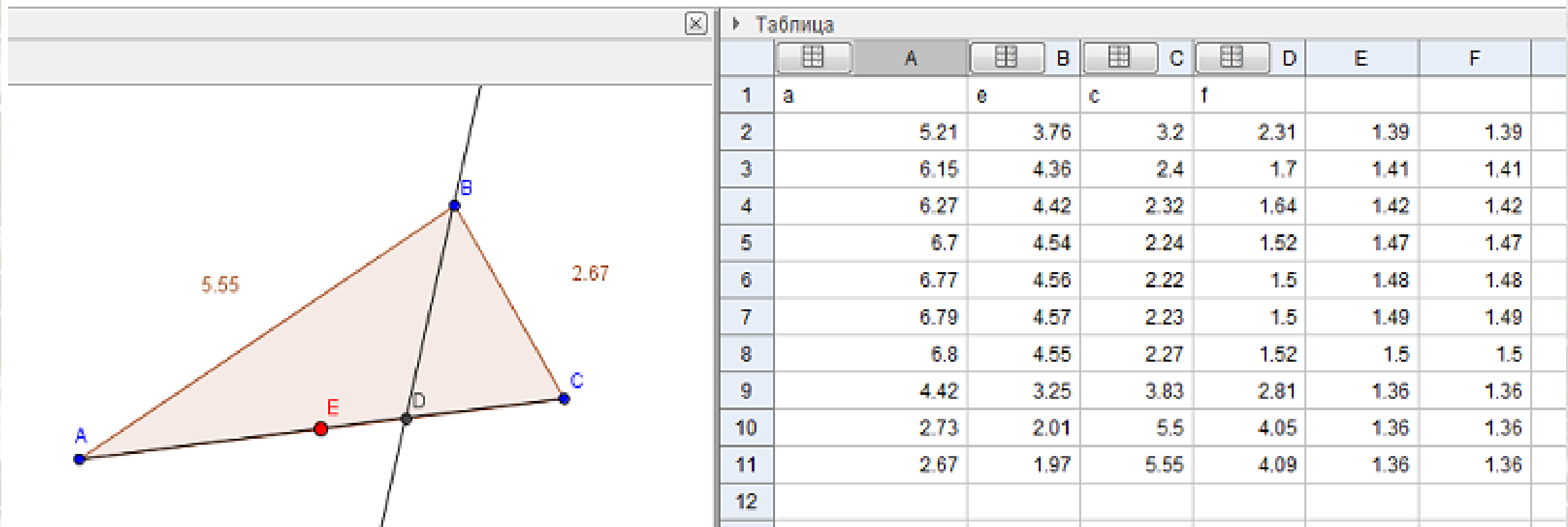
Средством проверки справедливости утверждения на динамической модели являются: точка E – середина AC , выведенные на экран текущие значения длин AB и BC . Перемещая вершину B , можно добиться совмещения точек E и D . Уч-ся делают вывод, что утверждение справедливо для равнобедренных треугольников, где AC является основанием.



В ходе экспериментов с моделью учащиеся могут установить, что отношение отрезков AD и DC как-то зависит от соотношения длин AB и BC , в частности, высказать эту гипотезу в терминах «больше/меньше», что побуждает их к дальнейшему исследованию закономерности.

2-й этап. Разработка вычислительного алгоритма. В качестве метода для уточнения исходной гипотезы перед учащимися может выступать вычислительный эксперимент. Собранные в электронную таблицу данные о соответственных текущих значениях отрезков $AB=c$, $BC=a$, $CD=e$, $AD=f$ позволяют исследовать отношения длин отрезков, результатом чего является выдвижение гипотезы справедливости равенства: $\frac{AB}{AD} = \frac{BC}{CD}$.

Уточнение исходной гипотезы теоремы:



В качестве метода для проверки гипотезы выступает контрольный эксперимент, для проведения которого требуется параметрическое задание треугольника (например, по двум сторонам и углу между ними), а также создание динамической надписи, фиксирующей проверяемое соотношение.

$\alpha = 55^\circ$
 $\beta = 55^\circ$
 $\frac{CD}{BD} = \frac{1.49}{3.78} = 0.39$
 $\frac{AC}{AB} = \frac{2.47}{6.28} = 0.39$



4-й этап. Анализ результатов. В качестве метода для проверки гипотезы выступает модифицирующий эксперимент. Например, учащимся можно предложить задание: «Проверьте, выполняется ли утверждение, если биссектриса внешнего угла треугольника или ее продолжение пересекает продолжение противоположной стороны, то точка пересечения отстоит от концов этой стороны на расстояния, пропорциональные длинам двух других сторон».



Задача 4. Площадь фигуры, ограниченной линией.

Вычислить значение площади фигуры, ограниченной осью ОХ и графиком функции $f(x) = 6x - x^2$.

1-й и 2-й этапы. Построение модели. Разработка вычислительного алгоритма. Для решения поставленной задачи необходимо воспользоваться геометрическим смыслом определенного интеграла. Для нахождения значения интеграла рассмотрим некоторые методы численного интегрирования, основная идея которых состоит в замене подынтегральной функции на более простую. При этом для оценки значения интеграла вычисляется значение подынтегральной функции в узловых точках. При замене подынтегральной функции на полином нулевой, первой и второй степени получаются соответственно методы прямоугольников, трапеций и Симпсона.

Метод прямоугольников:

- ✓ Разделим отрезок $[a;b]$ точками $x_0, x_1, \dots, x_n$ на n равных отрезков длиной $\Delta x = \frac{b-a}{n}$; $y_0, y_1, \dots, y_n$ – значения функции в точках $x_0, x_1, \dots, x_n$.
- ✓ Составим интегральные суммы $y_0\Delta x + y_1\Delta x + \dots + y_{n-1}\Delta x$.
- ✓ Если функция положительная и возрастающая, то данная сумма приближенно равна значению интеграла $\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{n}(y_0 + y_1 + \dots + y_{n-1})$ и выражает площадь фигуры, составленной из «входящих» прямоугольников.

При этом формула $\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{n}(y_1 + y_2 + \dots + y_n)$ выражает площадь ступенчатой фигуры, составленной из «выходящих» прямоугольников.

- ✓ Чем меньше длина отрезков, на которые делится отрезок $[a;b]$, тем точнее значение, вычисляемое по этой формуле, искомого интеграла.
- ✓ Более точное значение интеграла можно получить, если взять в качестве опорной точки для нахождения высоты, точку посередине промежутка.

Метод трапеций:

- ✓ Аналогично предыдущему методу разделим отрезок $[a;b]$ точками на n произвольных отрезков.
- ✓ На каждом элементарном отрезке заменим (аппроксимируем) подынтегральную функцию на линейную функцию. Площадь под графиком функции аппроксимируется прямоугольными трапециями.
- ✓ Сумма площадей полученных трапеций даст приближенное значение интеграла на отрезке $[a;b]$.

$$\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=0}^{n-1} \frac{f(x_i) + f(x_{i+1})}{2} (x_{i+1} - x_i)$$

Метод Симпсона:

- ✓ Если для аппроксимации использовать многочлен второй степени, то на каждом из участков отрезка $[a; b]$ функция заменится на фрагмент параболы.
- ✓ Для аппроксимации можно использовать три точки – концы и середину отрезка. Приближенное значение интеграла выражается формулой:

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{6} \left(f(a) + 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right)$$

Вероятностный метод Монте-Карло:

- ✓ «поместим» полученную фигуру в некоторую прямоугольную область;
- ✓ задавая случайным образом координаты точек, будем помещать их в пределах этой области;
- ✓ отношение числа точек, попавших внутрь фигуры, к общему числу точек примерно равно отношению площади фигуры к площади прямоугольника.

3-й этап. Проведение расчетов.

Описанные методы реализованы в среде Delphi на языке Object Pascal. Программа позволяет варьировать некоторые параметры эксперимента, а также визуально проследить за его ходом.

4-й этап. Анализ результатов.

Проведя компьютерный эксперимент с использованием выше перечисленных методов, можно оценить их точность, а также проследить зависимость получаемых результатов от количества отрезков, на которые разбивается интервал (или от количества точек).

Form1

Границы интегрирования	a	0	Считать Очистить Выход
	b	6	
Кол-во отрезков	n1	50	
Кол-во точек	n2	100	

Площадь фигуры

Метод прямоугольников	
Левые прямоугольники	35,9856
Правые прямоугольники	35,9856
Среднее значение	35,9856
Метод трапеций	35,9856
Метод Симпсона	36
Метод Монте-Карло	41,7407407407407



Задача 5. Задача с экономическим содержанием.

Предприятие имеет месячный цикл производства. Надо определить, сколько в месяц следует производить краски типа А и сколько – типа Б. Производственные мощности позволяют выпускать в месяц суммарно 500 т краски всех типов. Одна тонна краски А приносит в среднем 2000 руб. прибыли, а одна тонна краски Б – 2500 руб. Отдел маркетинга требует, чтобы краски типа А производилось не менее 200 т в месяц, поскольку есть договоры на такое количество, а краску типа Б нельзя производить более 150 т, поскольку большее количество трудно реализовать. На изготовление красок А и Б необходимо сырье трех видов согласно таблице:

Сырье	Краска А, кг	Краска Б, кг	Месячный за- пас, т
Сырье 1	50	100	50
Сырье 2	70	80	30
Сырье 3	40	70	25

Сырье	Краска А, кг	Краска Б, кг	Месячный за- пас, т
Сырье 1	50	100	50
Сырье 2	70	80	30
Сырье 3	40	70	25

1-й этап. Построение модели. Для построения модели производственной программы необходимо определить производственный план, приносящий максимальную прибыль, т.е. найти максимум функции $Z = 2000x_1 + 2500x_2$ при выполнении ограничений: общее количество краски типов А и Б не должно превышать 500 т; произведенное количество краски А должно быть не меньше 200 т, а краски Б – не более 150т.

В таблице показано, сколько и какого сырья необходимо для производства одной тонны краски А и одной тонны краски Б, величины месячных запасов сырья. Общее количество используемого сырья не должно превышать их месячные запасы. Таким образом, имеем еще три ограничения – по одному для каждого типа сырья.

2-й этап. Разработка вычислительного алгоритма. По условию задачи:

Целевая функция	$Z = 2000 x_1 + 2500 x_2$
Ограничения	
Производственное ограничение:	$x_1 + x_2 \leq 500$
Маркетинговые ограничения:	$x_2 \leq 150$ $x_1 \geq 200$
Сырьевые ограничения:	$0,05 x_1 + 0,1 x_2 \leq 50$ $0,07 x_1 + 0,08 x_2 \leq 30$ $0,04 x_1 + 0,07 x_2 \leq 25$

Необходимо найти максимальное значение целевой функции при выполнении ограничений. Для нахождения корректного решения имеет смысл добавить условие неотрицательности для x_2 ($x_2 \geq 0$).



3-й этап. Проведение расчетов. Решение задачи в системе компьютерной алгебры Mathematica без использования программирования. Для решения достаточно из условия задачи записать целевую функцию (Z), ограничения (G), указать переменные (V) и выполнить команду `NMaximize[{Z,G},V]`. В результате на экране мы увидим:

```
In[1]:=Clear[Z,G,V];  
Z=2000 x1+2500 x2;G={x1+x2≤500,  
x2≤150, 0.05 x1+0.1 x2≤50,  
0.07 x1+0.08 x2≤30, 0.04 x1+0.07 x2≤25,  
x2≥0, x1≥200 }; V={x1,x2};  
NMaximize[ {Z,G},V]  
Out[1]={889286.,{x1→257.143,x2→150.}}
```

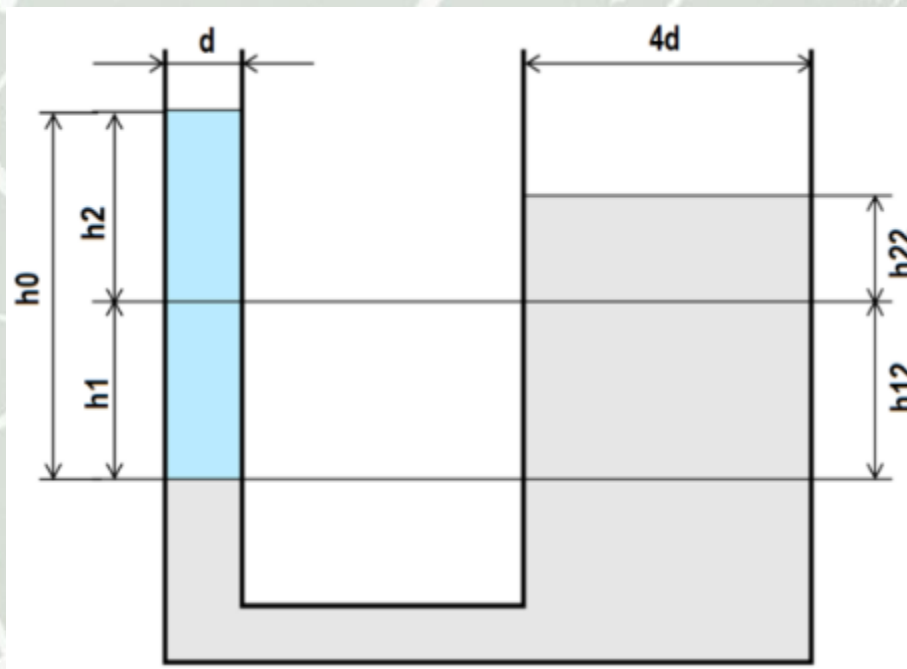
4-й этап. Анализ результатов. Полученный ответ удовлетворяет условию задачи и показывает, что при выпуске 257,143 т краски типа А и 150 т краски типа Б предприятие получит максимальную прибыль 889 286 руб.



Задача 6. Решение прикладной задачи по физике.

В двух сообщающихся сосудах находится ртуть. Диаметр первого сосуда в четыре раза больше диаметра второго. В первый сосуд наливают воду. Высота столба воды 0,7 м. Определить, на сколько поднимется уровень ртути в одном сосуде и опустится в другом.

1-й этап. Построение модели. Введем обозначения: $h_0 = 0,7$ м – высота столба воды в первом сосуде, h_1 и h_2 – понижение и повышение уровней ртути в сосудах, h_{12} – расстояние между начальным уровнем ртути и границей раздела воды и ртути в первом сосуде, h_{22} – высота столба воды над начальным уровнем. Изобразим схематично происходящий процесс.



2-й этап. Разработка вычислительного алгоритма.

Используя условие равновесия жидкости в сообщающихся сосудах, получим: $\rho_{\epsilon} g h_1 + \rho_{\epsilon} g h_2 = \rho_p g h_{12} + \rho_p g h_{22}$, где

$$\rho_{\epsilon} = 10^3 \text{ кг/м}^3, \rho_p = 1,36 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3 \quad (1).$$

Условие несжимаемости, а также дополнительные условия задачи позволяют составить следующие уравнения:

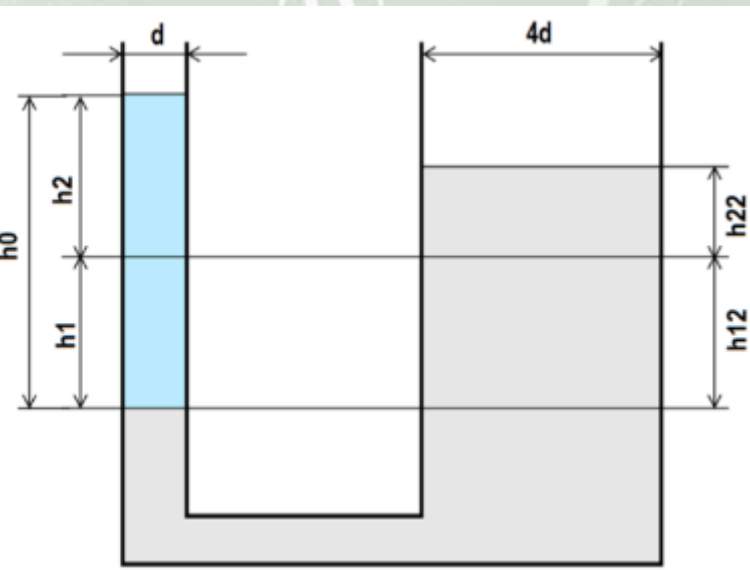
$$S_1 h_1 = S_2 h_{22} \Leftrightarrow d^2 h_1 = 16d^2 h_{22} \quad (2)$$

$$h_1 + h_2 = h_0 \quad (3)$$

$$h_1 = h_{12} \quad (4)$$

Решим уравнения (1) – (4) совместно относительно неизвестных h_{22} и h_1 :

$$h_{22} = \frac{\rho_{\epsilon} \cdot h_0}{17 \cdot \rho_p} \quad h_1 = \frac{16 \cdot \rho_{\epsilon} \cdot h_0}{17 \cdot \rho_p}$$



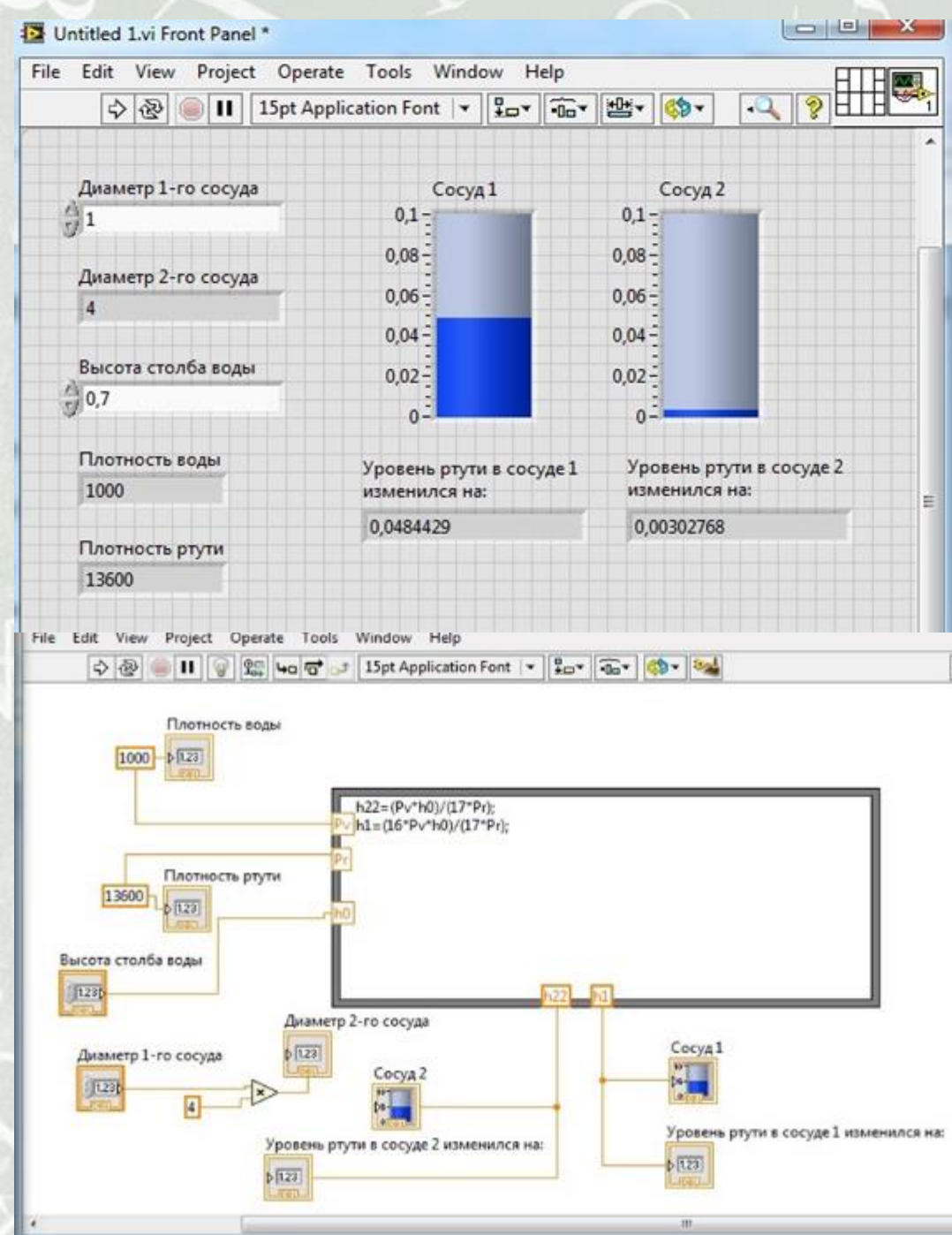
Рассмотрим процесс в среде LabVIEW. Создадим новый проект. Сформируем интерфейс пользователя. Для этого разместим на лицевой панели следующие элементы:

- ✓ два Numeric Control для задания диаметра 1-го сосуда и высоты столба воды;
- ✓ пять Numeric Indicator для вывода значений числовых величин;
- ✓ два элемента Tank для визуального отображения изменения уровня ртути.

Формирование блочной диаграммы. На диаграмме расположены узлы, соответствующие элементам интерфейса. Вычислим величину диаметра второго сосуда с помощью арифметического узла Multiply и числовой константы. Для вывода результата умножения соединим выход узла Multiply с входом соответствующего Numeric Indicator.

Для решения задачи нужно расположить на диаграмме структуру Formula Node, позволяющую вычислять значения неизвестных согласно значению входящих параметров. Введем в созданную область полученные формулы для вычисления h_{22} и h_1 . Создадим на границе области три терминала для ввода необходимых данных: плотности воды, плотности ртути и высота столба воды в первом сосуде. Добавим два терминала для вывода результатов вычислений.

Создадим числовую константу для ввода значения плотности воды. Подсоединим константу к входу числового индикатора, а также к терминалу Formula Node. Аналогичные действия сделаем для ввода значения плотности ртути. Подключим к терминалу области вычислений узел Numeric Control, соответствующий уровню воды в первом сосуде. Терминалы для вывода результатов соединим с узлами Tank и Numeric Indicator.



3-й этап. Проведение расчетов. Решение задачи в системе LabVIEW выполняется путем варьирования вводимых значений параметров задачи – диаметра первого сосуда и высоты столба воды. Для решения также необходимо ввести значения плотностей воды и ртути. После ввода всех данных на лицевой панели появятся результаты вычислений, проведенных с помощью созданного алгоритма в среде LabVIEW, и изображение сосудов с полученным уровнем ртути.

4-й этап. Анализ результатов. Полученный ответ удовлетворяет условию задачи и показывает, что при соотношении диаметров сосудов 1 к 4 и добавлении воды в первый сосуд, высотой столба 0.7м уровень ртути в первом сосуде уменьшится на 0,048 м, а во втором – увеличится на 0,003 м.





Авторский сайт «МатИнфо».

<http://матинфо.рф/>

Авторский сайт "МатИнфо"

Главная страница | Информация о сайте | Публикации | Каталог файлов | Фотоальбом | Образовательные ресурсы | Гостевая книга | Обратная связь

Ясный ум, точный расчет, глубокий анализ...

Тезисы исследовательских работ

Уважаемые посетители сайта!

Обновлен раздел **Учебно-методические материалы**. Добавлены тезисы к исследовательским работам учащихся по математике и информатике.

Приветствую Вас, Гости!
Регистрация | Вход

Форма входа

27 WhiteBoard 17.05.2015 Комментарии (0)

UBfIlStw





Группа ВК «Liceum Anonymous»

https://vk.com/lyceum_anonymous

Моя Страница

Новости

Сообщения

Друзья

Группы

Фотографии

Музыка

Видео

Игры

Товары

Документы

Пекло!

Вормикс

Поиск

Егор

Lyceum Anonymous

изменить статус

Информация

Свежие новости

Наша группа представляет собой Сообщество любителей информатики, программирования и робототехники.

Организатор сообщества - Симаков Е.Е., учитель информатики и ИКТ и математики МБОУ Лицей №1 г.Южно-Сахалинска

Показать полностью...

http://матинфо.рф

Южно-Сахалинск

Обсуждения 5

ред.

Олимпиадные задачи

14 сообщений · Последнее от Егора Симакова 11 дек 2016

Теория

9 сообщений · Последнее от Егора Симакова 6 фев 2016

Мои разработки

5 сообщений · Последнее от Егора Симакова 6 фев 2016

Добавить фотографии

Вы состоите в группе

...

Подписаны 6 друзей

Егор

Руслан

Денис

Максим

Сергей

Игорь

Участники 11

Егор

Руслан

Денис

Максим

Сергей

Игорь

Ссылки 4

ред.

Анонимус Ардуино