

### Погружение в *Mathematica*

Цель работы: Приобретение начальных навыков работы в компьютерной математической среде *Mathematica*. Оформление результатов работы в виде электронного документа.

#### Выполнение работы

#### 1. Структура рабочего документа

##### *Задание 1.1*

Создайте электронный документ, который имеет вложенную структуру. Для структурирования документа используйте таблицу 1.1.

*Таблица 1.1*  
Рекомендуемая структура документа

Тип ячейки	Содержимое ячейки
Title	Номер лабораторной работы, ее название
Text	Атрибуты исполнителя, дата выполнения
Section	2. Ввод и отображение математических выражений
Subsection	<i>Задание 2.1</i>
Text	Формулировка задания 2.1
Input	Выполнение задания
Subsection	<i>Задание 2.2</i>
Text	Формулировка задания 2.2
Input	Выполнение задания
Section	3. Операции с рациональными функциями
Subsection	<i>Задание 3.1</i>
Text	Формулировка задания 3.1
Input	Выполнение задания
...	...
Subsection	<i>Задание 3.3</i>
Text	Формулировка задания 3.3
Input	Выражения для выполнения задания
Section	4. Решение уравнений, неравенств и систем
Subsection	<i>Задание 4.1</i>
Text	Формулировка задания 4.1
Input	Выполнение задания
...	...
Subsection	<i>Задание 4.5</i>
Text	Формулировка задания 4.5
Input	Выполнение задания

### Выполнение задания 1.1.

Описанная выше, в табл. 1.1, структура электронного документа аналогична структуре документа, представленного на рис. 1.1. Обратите внимание на правое поле рабочего документа: вертикальная линия с загнутыми концами (скоба) соответствует типу ячейки, по ней же можно отследить уровень вложенности ячейки.

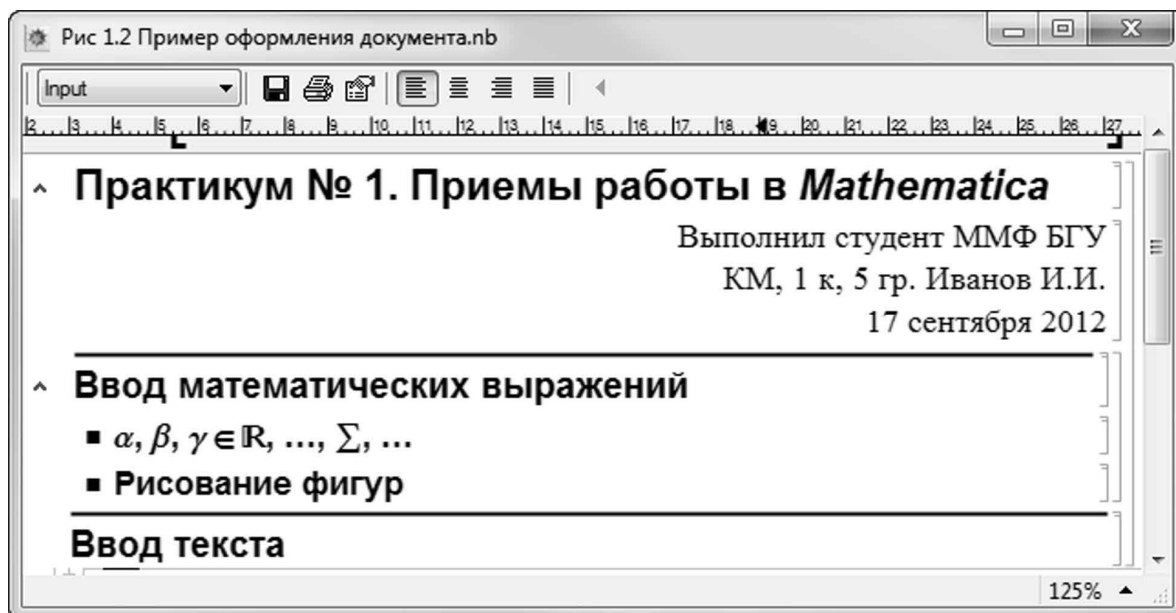


Рис. 1.1. Пример оформления электронного документа

- 1) Создайте новый документ *Mathematica*. Сохраните документ в памяти компьютера, на котором Вы работаете, в папке Вашего курса, Вашей группы. Имя документа должно содержать идентификатор работы и Вашу фамилию (*КМ1ЛБ01ФамилияИО.nb* или *ВП01ФамилияИО.nb*)
- 2) Проанализируйте рис.1.1, рабочую область представленного там документа. Для различения ячеек в документе в правом поле отображаются скобки. Скобки несут информацию о структуре документа, о размере, типе и степени вложенности каждой ячейки. Тип ячейки следует различать по виду верхней части скобы. Ячейки какого типа имеют в верхней части скобы две линии? Чтобы определить тип ячейки, следует ее выделить, далее использовать контекстное меню или пункт меню *Cell*.

Если ячейки объединены в группы, то соответствующие ячейкам скобы справа обрамляет внешняя скоба. Скоба, расположенная слева во вложенной структуре, соответствует одной ячейке.

Группировать/разобцать ячейки можно вручную или в автоматическом режиме, режим устанавливается командой меню *Cell|Grouping...* Элементы сформированной группы можно сворачивать/раскрывать, используя пункт меню *Cell|Grouping...* или комбинацию клавиш, там же указанную.

- 3) Создайте **первую ячейку** документа, для этого достаточно установить указатель мыши в рабочей области документа и начать ввод текста. Введите текстом номер лабораторной работы и ее название.

Если настройки режима работы с документом не были изменены, то создаваемая ячейка имеет тип Input. Ячейка типа Input может быть вычислена, т.е. ее содержимое может быть обработано ядром. Запомните вид скобы, соответствующей ячейке типа Input.

По нашему замыслу, первая ячейка не должна вычисляться, нам следует сделать ее титульной, содержащей в себе все ячейки документа. На следующем шаге работы мы изменим тип ячейки.

- 4) Измените тип созданной ячейки. Для этого выделите ячейку, указав мышью скобу, обрамляющую ячейку справа. Далее используйте пункты меню Format \ Style \ Title. Запишите себе в заметки комбинацию клавиш, которая создает ячейку типа Title.
- 5) Создайте **вторую ячейку**, выполняйте действия, описанные в пункте 3). В ячейке разместите атрибуты исполнителя лабораторной работы и дату ее выполнения. Форматируйте ячейку, указав тип ячейки посредством команд Format \ Style \ Text. Установите также выравнивание текста по правому краю, как это выполнено на рис.1.1.
- 6) Далее создайте **третью ячейку**, в ней разместите заголовок секции «2. Ввод и отображение математических выражений». При этом используйте другой способ установки типа ячейки – комбинацию клавиш, указанную в табл. 1.2.

Таблица 1.2  
Рекомендуемые типы и содержимое ячеек

Содержимое ячейки	Тип ячейки	Комбинация клавиш
Номер лабораторной работы, ее название	Title	Alt+1
Атрибуты исполнителя, дата выполнения	Text	Alt+7
Название секции	Section	Alt+4
Название подсекции	Subsection	Alt+5
Текстовые комментарии	Text	Alt+7
Выражения для вычисления системой	Input	Alt+9

- 7) Созданные ячейки-секции будут содержать подсекции. Примем следующее соглашение. В каждой подсекции будем располагать одно задание: его условие в текстовой ячейке, выполнение задания в вычисляемых ячейках типа Input, комментарии к вычислениям в текстовых ячейках.

Создайте подсекцию, вводя в новую ячейку секции 2 заголовок первой подсекции «Задание 2.1» и устанавливая для этой ячейки тип Format \ Style \ Subsection.

- 8) Внутри подсекции «Задание 2.1», в первой ячейке, следует расположить формулировку задания. Эта ячейка должна иметь тип Text. Ниже, в этой же подсекции, в ячейках типа Input, следует выполнять задание. Лаконичные комментарии к решению будем располагать в ячейках типа Text. Для установки типа ячеек используйте табл. 1.2.

- 9) Следующую подсекцию «Задание 2.2» удобно создавать, копируя существующую подсекцию «Задание 2.1», и редактируя текст в ячейках. Чтобы скопировать подсекцию, следует указать мышью скобу, обрамляющую ячейку, соответствующую подсекции.
- 10) Убедитесь в том, что ячейки стилей Title, Section, Subsection правильно отображаются в свернутом и развернутом состоянии. Для этого позиционируйте указатель мыши на общей скобе, указывающей группу ячеек, и выполните двойной щелчок – в результате ячейки группы сворачиваются или раскрываются.
- 11) Создание секций 3 и 4 выполняется аналогично, эти шаги выполняйте дома. Сделайте лишь заготовки для домашней работы: копируйте всю секцию 2 и вставьте ее дважды в документ. По ходу выполнения работы будете редактировать содержимое текстовых ячеек, добавлять/удалять недостающие/лишние подсекции, ячейки и т.п..
- 12) Проверьте полученную структуру документа, используя табл.1.1, она должна быть **аналогична** структуре, представленной на рис. 1.1.

Дома изучите основательно возможности создания электронного документа, для этого проработайте материал, расположенный в [1, с. 7 – 11, 20 – 25]. В процессе изучения используйте отдельный тренинг-документ: одновременное чтение практикума и проработка в среде *Mathematica* получаемой информации позволит Вам эффективно приобрести умения и навыки работы в системе.

## 2. Ввод и вычисление выражений

### Задание 2.1

Введите с клавиатуры выражение  $y(x)$ , представленное ниже. Вариант задания предлагает преподаватель.

- 1)  $x \arcsin \sqrt{\frac{x}{x+1}} + \operatorname{arctg} \sqrt{x} - \sqrt{x}; \quad x \geq 0;$
- 2)  $\ln \left( \frac{x+a}{\sqrt{x^2+b^2}} \right) + \frac{a}{b} \operatorname{arctg} \frac{x}{b}; \quad b \neq 0;$
- 3)  $\ln \left( \frac{b+a \cos x + \sqrt{b^2 - a^2} \sin x}{a+b \cos x} \right); \quad 0 \leq |a| \leq |b|;$
- 4)  $\frac{2}{\sqrt{a^2 - b^2}} \operatorname{arctg} \left( \sqrt{\frac{a-b}{a+b}} \operatorname{tg} \frac{x}{2} \right); \quad a > b > 0;$
- 5)  $\frac{1}{4\sqrt{3}} \ln \left( \frac{\sqrt{x^2+2} - x\sqrt{3}}{\sqrt{x^2+2} + x\sqrt{3}} \right) + \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{x^2+2}}{x};$
- 6)  $\frac{x}{2} \sqrt{a^2 - x^2} + \frac{a^2}{2} \arcsin \frac{x}{a}; \quad a > 0;$

$$7) -\sqrt{a^2 - x^2} + a \arcsin \frac{x}{a}; \quad a > 0;$$

$$8) \frac{1}{2\sqrt{ab}} \ln \frac{\sqrt{a} + x\sqrt{b}}{\sqrt{a} - x\sqrt{b}}; \quad a > 0; b > 0;$$

$$9) e^{ax} \left( \frac{1}{2a} + \frac{a \cos 2bx + 2b \sin 2bx}{2(a^2 + 4b^2)} \right);$$

$$10) \frac{\arccos x}{x} + \frac{1}{2} \ln \frac{1 - \sqrt{1 - x^2}}{1 + \sqrt{1 - x^2}}.$$

### Выполнение задания 2.1.

Ознакомьтесь с командами пункта меню Palettes приложения *Mathematica*. Установите палитру Basic Math Assistant.

Откройте на палитре раздел Basic Commands, в нем – закладку, где расположены разделы Mathematical Constant и другие.

Запишите на бумаге, в тетради, сочетания клавиш, необходимые для ввода символов  $\pi$ ,  $\infty$ , числа  $e$ , мнимой единицы. Чтобы узнать сочетания клавиш, используйте соответствующую кнопку палитры и всплывающую подсказку, которая появляется после наведения на кнопку указателя мыши.

Выпишите также имена функций, которые потребуются для ввода математического выражения Вашего варианта. Используйте разделы Elementary Functions и Trigonometric Functions, находящиеся в этой же закладке, именуемой Basic Commands.

Откройте на палитре Basic Math Assistant раздел Typesetting, закладку TypesettingForms. Дополните свои знания, записывая в тетради сочетания клавиш, позволяющие ввести стандартные формы выражений Fraction, Radical.

Введите Ваш вариант заданного математического выражения в вычисляемую ячейку подсекции, именуемой Задание 2.1.

Дома изучите основательно возможности ввода данных, для этого проработайте материал, расположенный в [1, с. 14 – 18, 25 – 27]. В процессе изучения используйте отдельный тренинг-документ: одновременное чтение практикума и проработка в среде *Mathematica* получаемой информации позволит Вам эффективно приобрести умения и навыки работы в системе.

### Задание 2.2

Ознакомьтесь с различными форматами представления выражения. Используйте выражение  $y(x)$ , введенное при выполнении задания 2.1.

### Выполнение задания 2.2.

1) Создайте новую подсекцию, именуйте ее Задание 2.2.

- 2) В текстовой ячейке разместите текст Задания 2.2.
  - 3) Копируйте выражение  $y(x)$ , введенное в задании 2.1, в новую Input-ячейку подсекции.
  - 4) Установите курсор в **любом месте** ячейки, содержащей выражение  $y(x)$ . Последовательно используйте комбинации клавиш Ctrl+Shift+I, Ctrl+Shift+T, Ctrl+Shift+N, чтобы получить соответственно формы InputForm, TraditionalForm, StandardForm выражения. Сделайте выводы о каждом из получаемых форматов.
  - 5) Используя встроенную функцию FullForm и ее постфиксную форму записи `//`, получите полную форму выражения:  $y(x) // \text{FullForm}$ .
  - 6) Подействуйте на выражение  $y(x)$  встроенной функцией TreeForm, используя постфиксную форму записи.
- Следует отметить, что результат работы функции TreeForm – графическое отображение дерева выражения – является «живым» в *Mathematica*. А именно, если в электронном документе *Mathematica* подвести указатель мыши к любому узлу или листу дерева, то на экране рядом с этой вершиной всплывет прямоугольник. В нем в стандартной форме будет записано то выражение, для которого указанная вершина является корневым узлом.
- 7) Сформулируйте вывод о том, как строится полная форма выражения, запишите вывод в текстовую ячейку текущей подсекции.

### Задание 2.3

Для выражения  $y(x)$ , введенного при выполнении задания 2.1, вычислите его производную по переменной  $x$  и упростите ее. Используйте функции семейства Simplify. Результатом преобразований должно быть выражение, представленное ниже, соответствующий вариант.

$$1) \text{ArcSin}\left[\sqrt{\frac{x}{1+x}}\right]$$

$$2) \frac{a^2 + b^2}{(a+x)(b^2+x^2)}$$

$$3) \frac{\sqrt{-a^2 + b^2}}{a + b \cos[x]}$$

$$4) \frac{1}{a + b \cos[x]}$$

$$6) \sqrt{a^2 - x^2}$$

$$7) \frac{\sqrt{a+x}}{\sqrt{a-x}}$$

$$8) \frac{1}{a - b x^2}$$

$$9) e^{a x} \cos[b x]^2$$

$$5) \frac{1}{\sqrt{2+x^2} (-1+x^4)}$$

$$10) - \frac{\text{ArcCos}[x]}{x^2}$$

### Выполнение задания 2.3.

- 1) Копируйте выражение  $y(x)$ , введенное при выполнении Задания 2.1, в новую Input-ячейку подсекции Задание 2.3.
- 2) Ознакомьтесь со встроенной функцией дифференцирования **D**. Для этого введите в ячейку типа Input имя функции **D**, выделите его и нажмите клавишу F1.
- 3) Вычислите производную по переменной  $x$  выражения  $y(x)$ . Используйте встроенную функцию **D**.
- 4) Преобразуйте результат дифференцирования при помощи функции **FullSimplify**[expr, assum]. Особое внимание обратите на дополнительные условия *assum*, соответствующие Вашему варианту задания, именно они позволяют упростить вычисленную производную функции  $y = y(x)$ . При необходимости используйте встроенную функцию **PowerExpand**.
- 5) Ознакомьтесь с функцией **Set**, используя систему справки.
- 6) Выражение, полученное в результате вычисления производной функции  $y(x)$  и ее упрощения, ассоциируйте с символом *myExpr*. Для этого используйте функцию **Set**, указывая ее в виде операции **=**, а именно: *myExpr = <в этой части располагаем выражение, которое вычисляет и преобразовывает производную функции>*.
- 7) Ознакомьтесь с функциями **Definition** и **Information**, представляемыми соответственно операциями **?** и **??**, используя систему справки.
- 8) Вычислите выражение *?myExpr*. Проверьте закрепленное за символом *myExpr* глобальное правило.

## 3. Работа с системой справки

### Задание 3.1

В заданном квадратном трехчлене, выражении вида  $ax^2 + bx + c$ ,  $a \neq 0$ , выделите полный квадрат относительно переменной  $x$ , введя подходящую замену переменных.

Результат вычисления ассоциируйте с символом *Result*.

Вариант задания указывает преподаватель.

$$1) 0,25x^2 - x + 1$$

$$6) 25x^2 + 90x + 81$$

$$2) \frac{4}{49}x^2 + 1\frac{5}{7}x + 9$$

$$7) 36x^2 - 84x + 49$$

$$3) 463x^2 - 102x - 361$$

$$8) 67x^2 - 105x - 172$$

$$4) 0,5x^2 + 3,5x - 4$$

$$9) 7x^2 + 18x + 5$$

$$5) 9x^2 - 4x - 2$$

$$10) 3x^2 - 8x + 5$$

### Выполнение задания 3.1.

Используем функцию локальной подстановки **ReplaceAll** (в виде операции /.)

$$7x^2 + 13bx + 6b^2 /. x \rightarrow \left(t - \frac{13b}{2}\right) / 7 \quad (3.1)$$

$$6b^2 + \frac{13}{7}b \left(-\frac{13b}{2} + t\right) + \frac{1}{7} \left(-\frac{13b}{2} + t\right)^2$$

и функцию тождественных преобразований алгебраических выражений

**% // Simplify**

$$\frac{1}{28} (-b^2 + 4t^2)$$

Функция **Set** (в виде операции =) позволит ассоциировать результат вычисления с символом **Result**

**Result =**

$$7x^2 + 13bx + 6b^2 /. x \rightarrow \left(t - \frac{13b}{2}\right) / 7 // \text{Simplify}$$

Уточним глобальное правило, ассоциированное с символом **Result**. Запомните имя функции, которая указывается операцией вида ? .

**? Result**

Global`Result

$$\text{Result} = \frac{1}{28} (-b^2 + 4t^2)$$

### Задание 3.2

Поработайте с выражением, ассоциированным с символом **Result**, которое Вы получили при выполнении задания 3.1, следующим образом: представьте



Result в виде суммы, вычислите полученное количество слагаемых, затем – в виде произведения, вычислите количество множителей.

Используйте функции **Factor**, **Expand**, **Length**. Полученные сумму и произведение ассоциируйте с соответствующими символами **ResSum**, **ResProduct**.

### *Выполнение задания 3.2.*

Скопируйте выражение вида (3.1), введенное при выполнении Задания 3.1, в вычисляемую ячейку новой подсекции, именуемой Задание 3.2. Далее используйте клавишу F1 для знакомства с функциями **Factor**, **Expand**, **Length**.

Задание 3.2 выполните самостоятельно. Напишите краткие комментарии к вычислениям.

### *Задание 3.3*

Выясните разницу в практическом использовании атомарных объектов типа **Integer** и **Real**. Выводы расположите в текстовой ячейке.

### *Выполнение задания 3.3.*

1) Скопируйте выражение вида (3.1), введенное при выполнении Задания 3.1, в вычисляемую ячейку подсекции 3.3. Редактируйте локальное правило **Rule**, (подстановку), следующим образом: измените лишь одно из входящих в него атомарных выражений типа **Integer** на атомарный объект типа **Real**, не изменяя значения этого объекта.

Тип атомарного объекта можно выяснить, используя встроенную функцию **Head**. Целое число, традиционно введенное в вычисляемую ячейку типа Input, имеет тип **Integer**. Целое число, после которого введена точка, имеет тип **Real**. Также в десятичных дробях для отделения целой части от дробной используют не запятую, а десятичную точку.

2) Вычислите отредактированное выражение, ассоциируя результат вычисления с символом ResultReal. Объясните разницу в значениях символов Result и ResultReal.

$$\text{ResultReal} = 7 x^2 + 13 b x + 6 b^2 /. x \rightarrow \left( t - \frac{13. b}{2} \right) / 7 //$$

**Simplify**

$$-0.0357143 b^2 + 2.22045 \times 10^{-16} b t + 0.142857 t^2$$

3) Скопируйте выражение вида (3.1) в новую вычисляемую ячейку подсекции 3.3, редактируйте это выражение, изменив в подстановке все атомы типа **Integer** на атомы типа **Real**.

$$7 x^2 + 13 b x + 6 b^2 /. x \rightarrow \left( t - \frac{13. b}{2.} \right) / 7. // Simplify$$

$$0. - 0.0357143 b^2 + 0.142857 t^2$$

4) Сформулируйте блиц-вывод о практическом использовании атомарных объектов типа **Integer** и **Real**, запишите его в текстовую ячейку.

### Задание 3.4

Укажите замену переменных (постройте выражение – локальную подстановку), позволяющую выделить полный квадрат в квадратном трехчлене общего вида  $a x^2 + b x + c$ ,  $a \neq 0$ .

Построенное выражение допишите в правую часть глобального правила (**SetDelayed**) вида

**Quadratic**[**expr** :  $a\_ . x^2 + b\_ . x + c\_ .$ ] := *<построенное выражение>*

Тестируйте работу созданной Вами функции пользователя **Quadratic**, используя Ваш вариант задания 3.1.

### Выполнение задания 3.4.

Выполните самостоятельно.

Дополните вычисления краткими комментариями.

### Задание 3.5

Постройте график функции, заданной соотношением вида  $y(x) = a x^2 + b x + c$ ,  $a \neq 0$ , Ваш вариант Задания 3.1. Используйте функцию **Plot**. Измените цвет, толщину, начертание линии, отобразите графический объект с/без осей координат, легенды и т.п.. Для справки используйте выражение **Options**[**Plot**] и клавишу **F1**.

### Выполнение задания 3.5.

Выполните самостоятельно.

## 4. Решение уравнений, неравенств и их систем

### Задание 4.1

Решите заданную систему уравнений несколькими способами, используя:

- 1) возможности графики,
- 2) встроенные функции для решения систем уравнений.

Вариант задания указывает преподаватель.

- 1)  $\begin{cases} |x+2| + |y| = 2, \\ y+2 = |x+2|; \end{cases}$
- 2)  $\begin{cases} |x-1| + y = 4, \\ x - |y-2| = 3; \end{cases}$
- 3)  $\begin{cases} |x-2| + |y-5| = 1, \\ y - |x-2| = 5; \end{cases}$
- 4)  $\begin{cases} x+y=2, \\ |3x-y|=1; \end{cases}$
- 5)  $\begin{cases} |x| + y = 3, \\ x+2|y|=4; \end{cases}$
- 6)  $\begin{cases} |x-3| + |y-2| = 3, \\ y + |x-3| = 5. \end{cases}$
- 7)  $\begin{cases} x + |y+1| = 7, \\ |x-1| + y = 5. \end{cases}$
- 8)  $\begin{cases} |x-2| + 2|y-1| = 2, \\ x + |y-1| = 3,5. \end{cases}$
- 9)  $\begin{cases} x+2y=2; \\ |2x-3y|=1. \end{cases}$
- 10)  $\begin{cases} 2|x| + y = 4, \\ 4x+3|y|=12. \end{cases}$

#### Выполнение задания 4.1.

Для графического решения заданной системы уравнений используйте встроенную функцию **ContourPlot**. Чтобы увидеть графическое решение, варьируйте границы области отображения заданных кривых. Запишите в текстовой ячейке решение в виде аналитического выражения.

Проверьте правильность записанного решения, используйте встроенные функции **Solve** и **Reduce**.

#### Задание 4.2

Решите заданное уравнение относительно переменной  $x$ , при условии, что вторая переменная является вещественным параметром. Используйте функции **Solve** и **Reduce**. Сформулируйте выводы об использовании этих функций.

В отдельной текстовой ячейке представьте традиционное математическое решение заданного уравнения, используйте возможности двумерного ввода формул.

Вариант задания указывает преподаватель.

- 1)  $\frac{a(x-1)}{x-1} = 0$
- 2)  $\frac{(x-a)(x-1)}{x-2} = 0$
- 3)  $\frac{x^2 + (1-4b)x + 3b^2 - b}{2x^2 + 3x - 5} = 0$
- 4)  $\frac{x-a}{x^2 - 5x + 4} = 0$
- 5)  $\frac{x^2 + (3-2k)x + 4k - 10}{\sqrt{2x^2 - 2x - 1}} = 0$
- 6)  $\frac{x^2 + (3-a)x - 3a}{x^2 - x - 12} = 0$
- 7)  $\frac{x^2 - (a+1)x + 2a - 2}{3x^2 - 7x + 2} = 0$
- 8)  $\frac{x^2 - 5x + 4}{x-a} = 0$
- 9)  $\frac{x^2 + (3b-1)x + 2b^2 - 2}{x^2 - 3x - 4} = 0$
- 10)  $\frac{x^2 - (3b-1)x + 2b^2 - 2b}{x^2 - 7x + 6} = 0$

## Выполнение задания 4.2.

Выполните самостоятельно.

### Задание 4.3

Продемонстрируйте графически зависимость решения уравнения (задание 4.2) от значений параметра. Вариант задания указывает преподаватель.

### Выполнение задания 4.3.

Пусть задано уравнение вида  $\frac{P(x,a)}{Q(x,a)} = 0$ , содержащее одну неизвестную вещественную переменную  $x$  и один вещественный параметр  $a$ . Требуется решить заданное уравнение графическим методом.

Графический метод решения (один из многих):

1. В плоскости  $xOa$  **визуализируем** заданное уравнение или неравенство.
2. **Считываем ответ** при помощи прямой  $a=const$ .

Визуализация (одна из...):

- Строим графики кривых  $P(x, a) = 0$  и  $Q(x, a) = 0$ , с учетом ОДЗ.

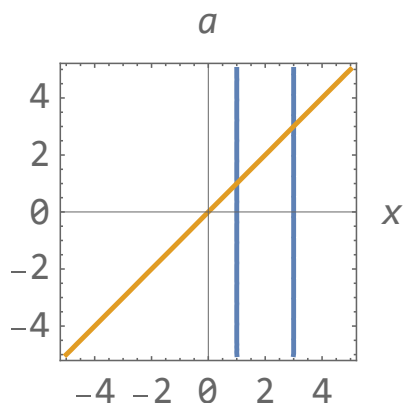
Считывание ответа

- Устанавливаем «считывающую ответ» прямую  $a=const$  параллельно оси  $Ox$ , значение параметра  $a$  – наименьшее в отображаемой области.
- Изменяем значение параметра  $a$ : передвигая прямую  $a=const$  вдоль оси  $Oa$  вниз вверх. Для каждого фиксированного значения параметра находим точки пересечения «считывающей» прямой с графиком  $P(x, a) = 0$ .
- Решениями являются (при фиксированном значении параметра) абсциссы  $x_i$  тех найденных точек пересечения, которые не принадлежат графику функции  $Q(x, a) = 0$ . Точки пересечения графиков  $P(x, a) = 0$  и  $Q(x, a) = 0$  исключаются из рассмотрения.

$$\frac{x^2 - 4x + 3}{x - a} = 0$$

Рассмотрим решение уравнение  $\frac{x^2 - 4x + 3}{x - a} = 0$  методом, изложенным выше.

```
ContourPlot[{x^2 - 4 x + 3 == 0, x - a == 0}, {x, -5, 5}, {a, -5, 5},  
  Axes → True, AxesLabel → {x, a}]
```



Ответ: при  $a \neq 1 \&\& a \neq 3$   $x_1 = 1 || x_2 = 3$ , при  $a = 1$   $x_1 = 3$ , при  $a = 3$   $x_1 = 1$   
Сравните записанную выше форму ответа с результатом вычисления функции **Reduce**. Сделайте выводы.

$$\text{Reduce}\left[\frac{x^2 - 4x + 3}{x - a} == 0, x\right]$$

$$(x == 1 \&\& -1 + a \neq 0) || (x == 3 \&\& -3 + a \neq 0)$$

#### Задание 4.4

Решите заданное неравенство относительно переменной  $x$ , при условии, что вторая переменная является вещественным параметром. Используйте функции **Solve** и **Reduce**. Сформулируйте выводы об использовании этих функций.

Вариант задания указывает преподаватель.

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1) $2 3 - 5x  + 2 - 3a > 0$ | 6) $ x  + 2a - 1 \geq 0$    |
| 2) $ 3 - 2x  \geq a$        | 7) $ x + 5  > a$            |
| 3) $ x - 3  < a$            | 8) $ x - 2  \leq a$         |
| 4) $x^2 + 6x + a \geq 0$    | 9) $x^2 - 2x + 1 + a > 0$   |
| 5) $(x - 2)^2 > a$          | 10) $(x - 3)^2 \geq 2a - 7$ |

**Выполнение задания 4.4.**

Выполните самостоятельно.

#### Задание 4.5

Продемонстрируйте графически зависимость решения неравенства (задание 4.3) от значений параметра. Запишите ответ при каждом значении параметра. Вариант задания указывает преподаватель.

**Выполнение задания 4.5.**

Придумайте графический метод решения заданного неравенства, аналогичный методу, изложенному в выполнении задания 4.3. Реализуйте этот метод, затем изложите его кратко и понятным языком в текстовой ячейке.

## 5. Закрепление навыков и умений

Запишите имена всех встроенных функций *Mathematica*, которые Вы использовали при выполнении практикума. Выучите назначение этих функций, закрепите навыки работы с ними, используя «живые примеры» в документах системы справки.

### Литература

1. Голубева Л.Л., Малевич А.Э., Щеглова Н.Л. Компьютерная математика. Символьный пакет *Mathematica*. Лаб. практикум в 2 ч. Ч 1. - Минск: БГУ, 2012. – 235 с.