

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**

**ЖУРНАЛ ПРАКТИКИ**

Студента 1 курса

Сыроежкина Кирилла Геннадьевича  
(Фамилия, имя, отчество)

Факультет №8 «Информационные технологии и прикладная математика»

Кафедра 804 «Теория вероятностей и компьютерное моделирование»

Учебная группа М8О-104Б-18

Направление 01.03.04.  
(шифр)

Прикладная математика  
(название направления)

Вид практики учебная  
(учебная, производственная (вычислительная, исследовательская), преддипломная)

в Московском авиационном институте (НИУ)  
(наименование предприятия, учреждения, организации)

Руководитель практики от МАИ Зайцева О.Б. \_\_\_\_\_  
(ФИО) (Подпись)

Сыроежкин К. Г. / \_\_\_\_\_ / “11” июля 2019 г.  
(ФИО) (подпись студента) (дата)

Москва 2019

## 1. Место и сроки проведения практики

Дата начала практики "28" июня 2019 г.

Дата окончания практики "11" июля 2019 г.

Наименование предприятия МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ)

Название структурного подразделения) кафедра 804

## 2. Инструктаж по технике безопасности

Зайцева О.Б. / / “28” июня 2019 г.

(подпись проводившего)

(дата проведения)

### 3. Индивидуальное задание студенту

1. Проанализировать состояние современного прикладного программного обеспечения, возможности его использования для решения учебных задач.

- ## 2. Пакет MS Office. Текстовый процессор Microsoft Word, Функциональные возможности.

- ### 3. Функциональные возможности табличного процессора MS Excel.

4. Изучить основные принципы работы в MATLAB. Научная графика в MATLAB.

5. Построить и оформить графики функций в декартовых и полярных координатах, и функции, заданной параметрически:

$$1) \ y = e^{y_1} \quad y_1 = -x^2 \ ;$$

$$2) \ r = \cos \cos 5t, \quad t = [0; 2\pi];$$

$$3) \quad x = -t + \frac{t^2}{2}, \quad y = -t + \frac{t^3}{3}.$$

6. Исследовать функцию и построить график  $y = 2x + 4\text{arctg} x$

7. Исследовать функцию, заданную параметрически, и построить график

$$x = a \cos \cos 2t, \quad y = a \cos \cos 3t \quad (a > 0).$$



#### 4. План выполнения индивидуального задания

1. Ознакомление с местом прохождения практики, средствами обеспечения безопасной работы.
2. Составление рабочего плана и графика выполнения задания.
3. Поиск и анализ литературных источников по тематике практики.
4. Функциональные возможности Microsoft Word.
5. Функциональные возможности табличного процессора MS Excel.
6. Основные принципы работы в MATLAB.
7. Научная графика в MATLAB.
8. Решение индивидуальных задач.
9. Подготовка к защите практики. Оформление отчета.
10. Защита результатов практики.

Руководитель практики от МАИ: Зайцева О.Б. / \_\_\_\_\_ /  
(Фамилия, имя, отчество) (Подпись)

Сыроежкин К. Г. / \_\_\_\_\_ / "28" июня 2019 г.  
(ФИО) (подпись студента) (дата)

#### 5. Отзыв руководителя практики

Сыроежкин Кирилл посетил все практические занятия

Задание выполнено вовремя

Содержание отчета полностью соответствует индивидуальному заданию

Оценка за практику «отлично»

Руководитель

Зайцева О.Б. / \_\_\_\_\_ /  
(Фамилия, имя, отчество) (Подпись)

"11" июля 2019 г.

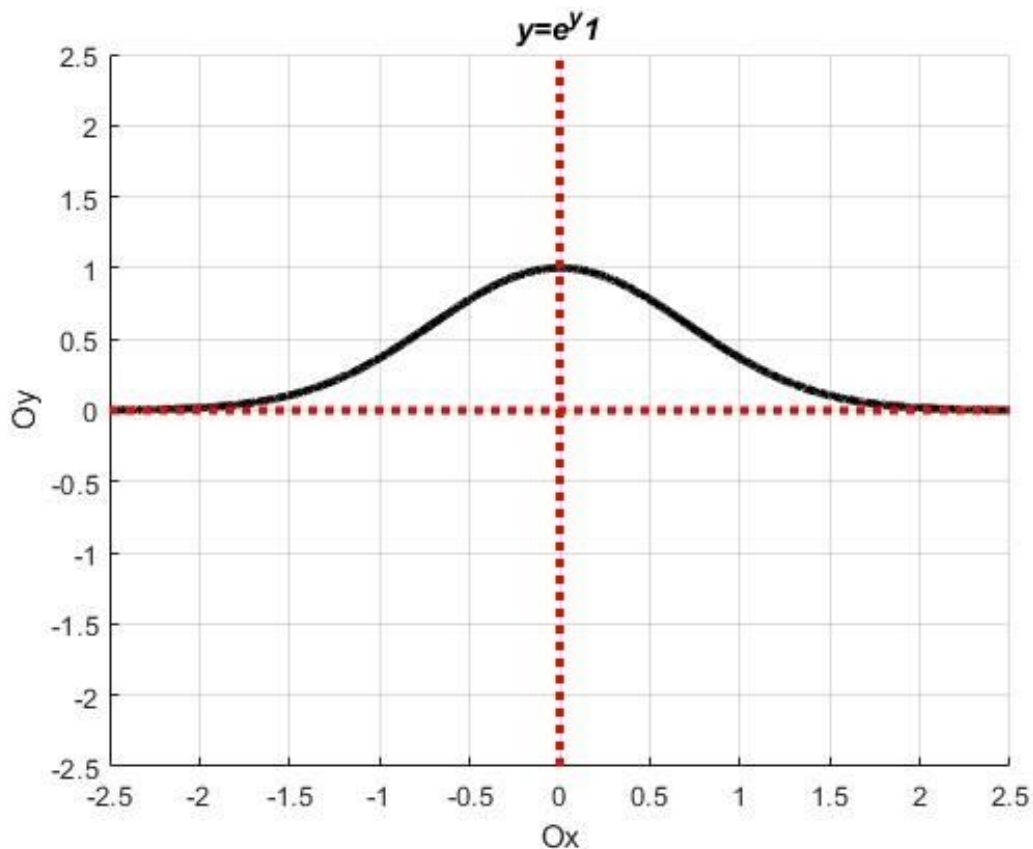


## Отчет студента

**Задание 1.** Построить график функции.

$$y = e^{y_1}, \quad y_1 = -x^2.$$

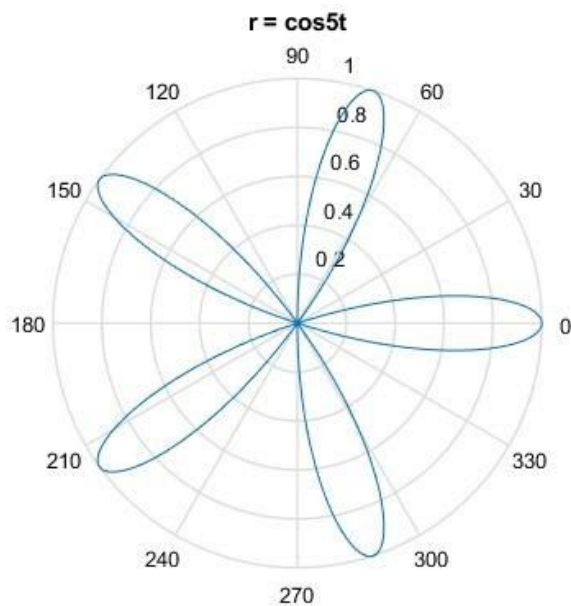
```
Minx=-2.5; % нижняя граница оси x
Maxx=2.5; % верхняя граница оси x
Miny=-2.5; % нижняя граница оси y
Maxy=2.5; % верхняя граница оси y
OX=[Minx Maxx];
OY=[Miny Maxy];
Z=[0 0]; % линия координат
x=-2.5:0.01:2.5; % шаг по оси x
y1=-x.^2; %функция y1
y=exp(y1);%функция y
hold on; %Рисуем
plot(x, y, 'k-', 'LineWidth',3);
plot(OX,Z, 'r:', 'LineWidth',3);
plot(Z,OY, 'r:', 'LineWidth',3);
xlabel('Ox');
ylabel('Oy');
title('y=e^y1','FontAngle','italic');
grid on;
hold off; %конец рисования
```



**Задание 2.** Построить график функции  $r=r(t)$  в полярной системе координат.

$$r = \cos \cos 5t, \quad t = [0; 2\pi];$$

```
t=0:0.001:2*pi; % t
polar(t, cos(5*t)); %Рисуем график
title('r = cos5t');
```



**Задание 3.** Построить график функции, заданной параметрически.

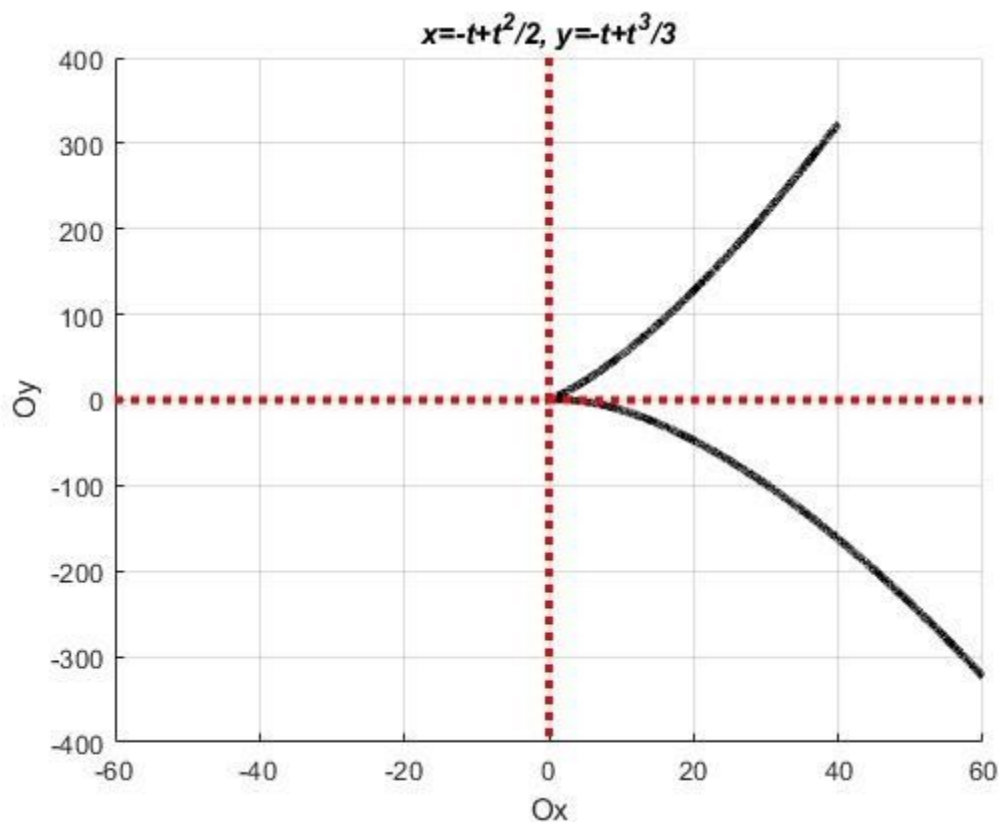
$$x = -t + \frac{t^2}{2}, \quad y = -t + \frac{t^3}{3}.$$

```
Minx=-60; % нижняя граница оси x
Maxx=60; % верхняя граница оси x
Miny=400; % нижняя граница оси y
Maxy=-400; % верхняя граница оси y
Z=[0 0]; % линия координат
OX=[Minx Maxx]; %ось x
OY=[Miny Maxy]; % ось y
t=-10:0.001:10; %параметр
x=-t+t.^2/2; %функция по x
y=-t+t.^3/3; %функция по y
hold on; %Рисуем
plot(x,y, 'k-', 'LineWidth',3);
plot(OX,Z, 'r:', 'LineWidth',3);
plot(Z,OY, 'r:', 'LineWidth',3);
xlabel('Ox');
```

```

ylabel('Oy');
title('  $x=-t+t^2/2, y=-t+t^3/3$ ','FontAngle','italic');
grid on;
hold off; %конец рисования

```



**Задания 4, 5.** Исследование функций и построение графиков.

Алгоритм:

- 1) найти область определения;
- 2) проверка чётность, нечётность, периодичность;
- 3) точки пересечения графика функции с осями координат;
- 4) точки разрыва, их классификация;
- 5) определить промежутки возрастания, убывания, точки экстремума;
- 6) определить промежутки выпуклости вверх, вниз, точки;
- 7) определить наклонные асимптоты;

**Задание 4.** Исследовать функцию и начертить её график.

$$y = 2x + 4 \operatorname{arccotg} x$$

Исследование

- 1) Очевидно, что  $x \in (-\infty; +\infty)$ ;



2) Функция нечётная, так как

$$y(-x) = -y(x), \text{ т.е. } y(-x) = -2x - 4\operatorname{arccctg} x = -(2 + 4\operatorname{arccctg} x),$$

3) При  $x = 0 \Rightarrow y = 2\pi$ ;

При  $y = 0 \Rightarrow x = -5.95$

4)  $2x + 4\operatorname{arccctg} x = -\infty$ ,

$$2x + 4\operatorname{arccctg} x = \infty,$$

$$2x + 4\operatorname{arccctg} x = 2\pi,$$

$$2x + 4\operatorname{arccctg} x = 2\pi,$$

$$2x + 4\operatorname{arccctg} x = 2 + \pi,$$

$$2x + 4\operatorname{arccctg} x = 2 + \pi,$$

$\Rightarrow$  точек разрыва нет;

5)  $y'(x) = (2x + 4\operatorname{arccctg} x)' = 2 - \frac{4}{x^2+1}$

$$2 - \frac{4}{x^2+1} = 0 \quad (x^2 + 1 > 0)$$

$$2x^2 + 2 = 4x^2 = 1x = 1 \text{ или } x = -1$$



При  $x \in (-\infty; -1]$   $y$  – возрастает, при  $x \in [-1; 1]$   $y$  – убывает, а при  $x \in [1; +\infty)$   $y$  – возрастает

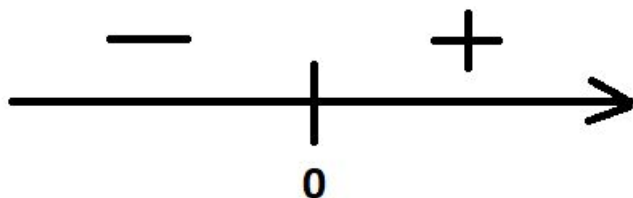
$x = -1$  – максимум ( $y = 3\pi - 2$ )

$x = 1$  – минимум ( $y = 2 + \pi$ )

6)  $y''(x) = \left(2 - \frac{4}{x^2+1}\right)' = \frac{4 \cdot 2x}{(x^2+1)^2} = \frac{8x}{(x^2+1)^2}$

$$\frac{8x}{(x^2+1)^2} = 0 \quad (x^2 + 1)^2 > 0$$

$$8x = 0 \Rightarrow x = 0$$



=> при  $x \in (-\infty; 0)$  график функции выпуклый, а при  $x \in (0; +\infty)$  график функции вогнут

$x=0$  – точка перегиба ( $y=2\pi$ )

7) Найдем асимптоты:

$$y = kx + b$$

Тогда, при  $x \rightarrow +\infty$

$$k = \frac{2x + 4\operatorname{arccctg} x}{x} = 2 + 0 = 2$$

$$b = 2x + 4\operatorname{arccctg} x - 2x = 4\operatorname{arccctg} x = 0_{x \rightarrow +\infty}$$

=> Наклонная асимптота имеет вид  $y=2x$ ;

При  $x \rightarrow -\infty$

$$y = kx + b$$

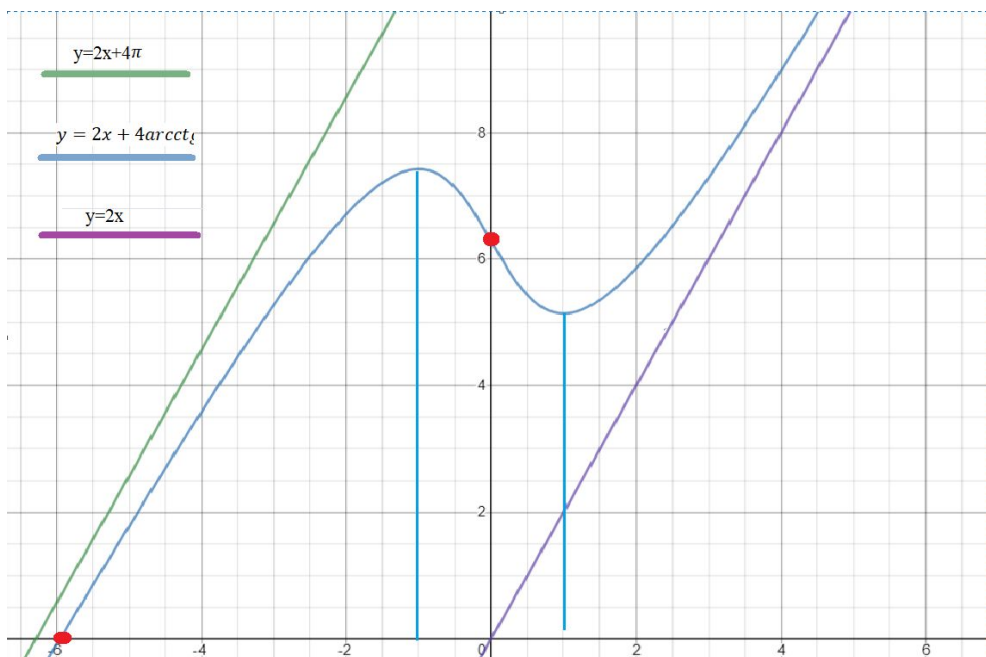
$$k = \frac{2x + 4\operatorname{arccctg} x}{x} = 2 - 0 = 2$$

$$b = 2x + 4\operatorname{arccctg} x - 2x = 4\operatorname{arccctg} x = 4_{x \rightarrow -\infty} \pi$$

=> Наклонная асимптота имеет вид  $y=2x+4\pi$ ;

Вертикальных асимптот нет (следствие из пункта 1)

x	$(-\infty; -5.95]$	-5.95	$[-5.95; -1]$	-1	$[-1; 0]$	0	$[0; 1]$	1	$[1; +\infty)$
y	$y < 0$	0	$y > 0$	$3\pi - 2$ (точка максимум а)	$y > 0$	$2\pi$ (точка перегиба )	$y > 0$	$2 + \pi$ (точка минимума)	$y > 0$
y'	$y' > 0$ возрастает		$y' > 0$ возрастает		$y' < 0$ убывает		$y' < 0$ убывает		$y' > 0$ возрастает
y''	$y'' < 0$ выпуклая		$y'' < 0$ выпуклая		$y'' < 0$ выпуклая		$y'' > 0$ вогнутая		$y'' > 0$ вогнутая



### Программа:

```

Minx=-10; % нижняя граница оси x
Maxx=10; % верхняя граница оси x
Miny=-20; % нижняя граница оси y
Maxy=30; % верхняя граница оси y
OX=[Minx Maxx]; %ось ox
OY=[Miny Maxy]; %ось oy
Z=[0 0]; % линия координат
x=-9:0.01:9; % шаг по оси x %функция y1
y=4*(pi/2-atan(x))+2*x;%функция y
syms x1;
y_op=4*(pi/2-atan(x1))+2*x1; %функция y для вычисления пределов и
производных
fprintf('Предел к бесконечности=%f\nПредел к минус
бесконечности=%f\nПредел к 0+ =%f\nПредел к 0- =%f\nПредел к 1+ =
%f\nПредел к 1- = %f\nk+ = %f\nk- = %f\nb+ = %f\nb- = %f\nПервая
производная =%s\nВторая производная = %s\n',...
limit(y_op, x1, inf), limit(y_op, x1, -inf), limit(y_op, x1, 0, 'right'), limit(y_op, x1, 0,
'left'),...
limit(y_op, x1, 1, 'right'), limit(y_op, x1, 1, 'left'), limit(y_op/x1, x1, inf),
limit(y_op/x1, x1, -inf),...
limit((y_op-x1*limit(y_op/x1, x1, +inf)), x1, inf), limit(y_op-x1*limit(y_op/x1, x1,
-inf), x1, -inf),...
diff(y_op, x1,1), diff(y_op, x1,2)); %вычисляем пределы

```

```

asimptota1=x*limit(y_op/x1, x1, +inf)+limit((y_op-x1*limit(y_op/x1, x1, +inf)), x1,
inf); %асимптота1
asimptota2=x*limit(y_op/x1, x1, -inf)+limit((y_op-x1*limit(y_op/x1, x1, -inf)), x1,
-inf); %асимптота2
hold on; %Рисуем
plot(x, y, 'k-', 'LineWidth',3);
plot(OX,Z, 'r:', 'LineWidth',3);
plot(Z,OY, 'r:', 'LineWidth',3);
plot(x, asimptota1, 'k:', 'LineWidth',3);
plot(x, asimptota2, 'k:', 'LineWidth',3);
xlabel('Ox');
ylabel('Oy');
title('y=2*x+4*acot(x)', 'FontAngle', 'italic');
grid on;
hold off; %конец рисования

```

В результате в терминале мы видим следующее сообщение:

» task4

Предел к бесконечности=Inf

Предел к минус бесконечности=-Inf

Предел к 0+ =6.283185

Предел к 0- =6.283185

Предел к 1+ = 5.141593

Предел к 1- = 5.141593

k+ = 2.000000

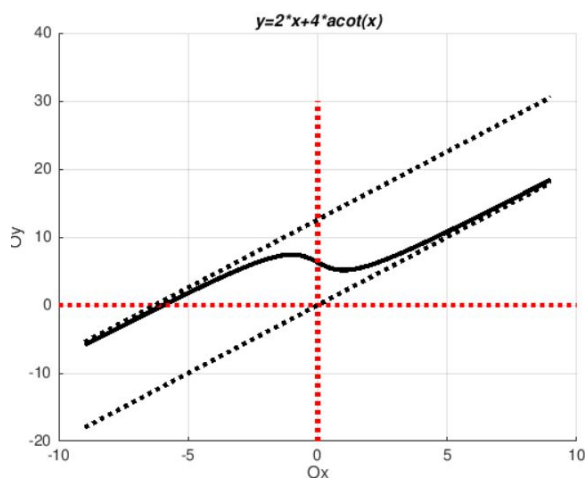
k- = 2.000000

b+ = 0.000000

b- = 12.566371

Первая производная =  $2 - \frac{4}{(x^2 + 1)}$

Вторая производная =  $\frac{8x}{(x^2 + 1)^2}$



Где черным пунктиром нарисована асимптота  $y=2x$  и асимптота  $y=2x+4\pi$ , а черной линией график функции  $y=2x+4\arccot(x)$ .

**Задание 5.** Исследовать и начертить кривую, заданную параметрически.

$$x = a \cos \cos 2t, \quad y = a \cos \cos 3t \quad (a > 0).$$

### Исследование

1. Построим график функции  $x = a \cos \cos 2t$  ( $a > 0$ ).

1)  $t \in (-\infty; +\infty)$ ;

2) Очевидно, что  $x(t)$  – периодическая и чётная функция.

3)  $t = 0$ , при  $x = a$  (амплитуда колебания  $a$ );  $x = 0$ , при  $t = \frac{\pi}{4} + \frac{\pi k}{2}$ ,  $k \in \mathbb{Z} \Rightarrow$

период колебания равен  $\frac{\pi}{4} * 4 = \pi$

4)  $x'(t) = (a \cos \cos 2t)' = -2a \sin \sin 2t \Rightarrow$   
 $-2a \sin \sin 2t = 0 \Rightarrow t = \pi k, k \in \mathbb{Z}; t = \frac{\pi}{2} + \pi k$

При  $t \in [-\frac{\pi}{2} + \pi k; \pi k]$ , где  $k \in \mathbb{Z}$  функция  $x$  возрастает, а при  $t \in [\pi k; \frac{\pi}{2} + \pi k]$ , где  $k \in \mathbb{Z}$   $x$  убывает

При  $t = \pi k$  ( $x=a$ ), где  $k \in \mathbb{Z}$  максимумы

При  $t = \frac{\pi}{2} + \pi k$  ( $x=-a$ ),  $k \in \mathbb{Z}$  минимумы

5)  $x''(t) = (-2a \sin \sin 2t)' = -4a \cos \cos 2t$   
 $-4a \cos \cos 2t = 0 \Rightarrow \cos \cos 2t = 0 \Rightarrow \cos 2t = 0$

$t = \frac{\pi}{4} + \frac{\pi k}{2}$ ,  $k \in \mathbb{Z}$  – точки перегиба ( $x=0$ )

$[-\frac{\pi}{4} + \frac{\pi k}{2}; \frac{\pi}{4} + \frac{\pi k}{2}]$  при  $k$  – чётное и 0, то  $x$  выпуклый

$[-\frac{\pi}{4} + \frac{\pi k}{2}; \frac{\pi}{4} + \frac{\pi k}{2}]$  при  $k$  – нечётное, то  $x$  вогнутый

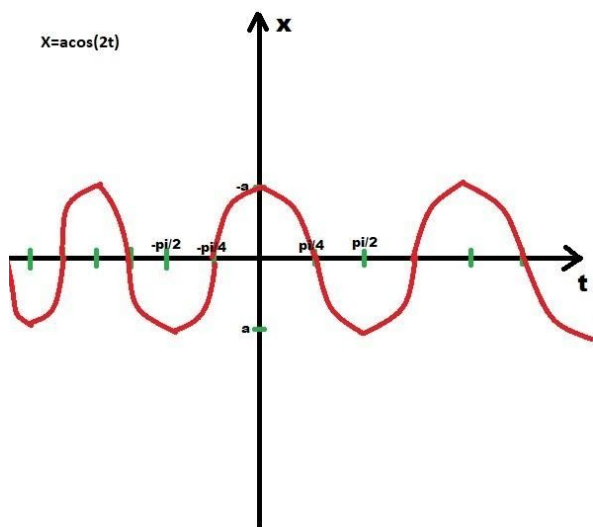
6) Точек разрыва нет.

7)  $\frac{a \cos \cos 2t}{t} = 0$   $a \cos \cos 2t \in (-a, a)$  При  $t \rightarrow -\infty$  аналогично

Асимптот нет

8) Параметр  $a$  является амплитудой колебания  $\Rightarrow$  при увеличении / уменьшении  $a$ , амплитуда (максимумы и минимумы по  $x$  также) будет меняться в зависимости от него.  $a > 0 \Rightarrow$  колебания начинаются только с положительного  $x$ .

На основе имеющейся у нас информации построим график  $x(t)$



2. Построим график функции  $y = a \cos \cos 3t$  ( $a > 0$ ).

1)  $t \in (-\infty; +\infty)$ ;

2) Очевидно, что  $y(t)$  – периодическая и чётная функция.

3)  $t = 0$ , при  $y = a$  (амплитуда колебания  $a$ );  $y = 0$ , при  $t = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi k}{3}$ ,  $k \in \mathbb{Z} \Rightarrow$

период колебания равен  $\frac{\pi}{6} * 4 = \frac{2\pi}{3}$

4)  $y'(t) = (a \cos \cos 3t)' = -3a \sin \sin 3t \Rightarrow$

$-3a \sin \sin 3t = 0 \Rightarrow t = \frac{2\pi k}{3}$ ,  $k \in \mathbb{Z}$ ;  $t = \frac{\pi}{3} + \frac{2\pi k}{3}$ ; где  $k \in \mathbb{Z}$

При  $t \in [-\frac{\pi}{3} + \frac{2\pi k}{3}; \frac{2\pi k}{3}]$ , где  $k \in \mathbb{Z}$   $y$  возрастает, а при  $t \in [\frac{2\pi k}{3}; \frac{\pi}{3} + \frac{2\pi k}{3}]$ , где  $k \in \mathbb{Z}$   $y$  убывает

$\frac{2\pi k}{3}$ , где  $k \in \mathbb{Z}$  – максимумы ( $y = a$ )

$\frac{\pi}{3} + \frac{2\pi k}{3}$ , где  $k \in \mathbb{Z}$  – минимумы ( $y = -a$ )

5)  $y''(t) = (-3a \sin \sin 3t)' = -9a \cos 3t - 9a \cos 3t = 0 \cos 3t = 0$

$t = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi k}{3}$ ,  $k \in \mathbb{Z}$  – точки перегиба ( $y = 0$ )  $[-\frac{\pi}{6} + \frac{\pi k}{3}; \frac{\pi}{6} + \frac{\pi k}{3}]$  при  $k$  – чётное и 0, то  $y$  выпуклый

$[-\frac{\pi}{6} + \frac{\pi k}{3}; \frac{\pi}{6} + \frac{\pi k}{3}]$  при  $k$  – нечётное, то  $y$  вогнутый

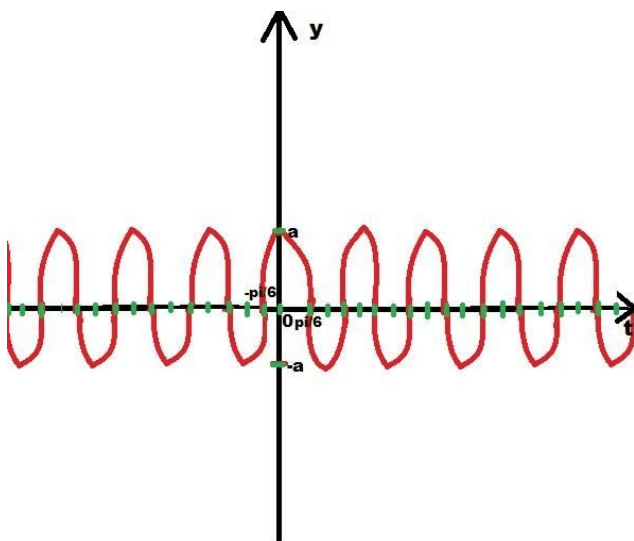
6) Точек разрыва нет.

7)  $\frac{a \cos \cos 3t}{t} = 0$   $a \cos \cos 3t = < -a, a >$  При  $t \rightarrow -\infty$  аналогично

Асимптот нет.

8) Параметр  $a$  является амплитудой колебания  $\Rightarrow$  при увеличении / уменьшении  $a$ , амплитуда (максимумы и минимумы по  $y$ ) будет меняться в зависимости от него.  $a > 0 \Rightarrow$  колебания начинаются только с положительного  $y$ .

На основе имеющейся у нас информации построим график  $y(t)$



3. Функции:  $a \cos 3t$  и  $a \cos 2t$  ( $t \in (-\infty; +\infty)$ ) периодические с периодом  $\frac{2\pi}{3}$  и  $\pi$ , достаточно рассмотреть изменение параметра в пределах от 0 до  $\pi$ , при этом областью изменения  $x$  будет отрезок  $[-a, a]$  и областью изменения  $y$  будет отрезок  $[-a, a]$ .

функция не является: чётной, нечётной, периодичной. График функции симметричен относительно прямой  $x = 0$ .

4. Пересечение с ОХ:

$$T1 \left( \frac{a}{2}, 0 \right)$$

$$T2 (-a, 0)$$

Пересечение с осью ОУ

$$T3 \left( 0, -\frac{\sqrt{2}a}{2} \right)$$

$$T4 \left( 0, \frac{\sqrt{2}a}{2} \right)$$

5. точек разрыва не существует

$$6. y'_x(t) = \frac{y'_t}{x'_t} = \frac{3 \sin \sin 3t}{2 \sin \sin 2t}$$

$$\frac{3 \sin \sin 3t}{2 \sin \sin 2t} = 0 \quad 3 \sin \sin 3t \cdot 2 \sin \sin 2t = 0 \sin 3t \sin \sin 2t = 0$$

$$t \neq \frac{\pi k}{2}, k \in \mathbb{Z} \quad t = \frac{\pi k}{3}, k \in \mathbb{Z}$$

Получаем следующие промежутки возрастания/убывания.

$t$	$(0; \frac{\pi}{3}]$	$[\frac{\pi}{3}; \frac{\pi}{2})$	$(\frac{\pi}{2}; \frac{2\pi}{3}]$	$[\frac{2\pi}{3}; \pi]$
$y'_x(t)$	$(+) \uparrow$	$(-) \downarrow$	$(+) \uparrow$	$(-) \downarrow$
$x$	$-a/2 < x < a$	$-a < x < -a/2$	$-a < x < -a/2$	$-a/2 < x < a$

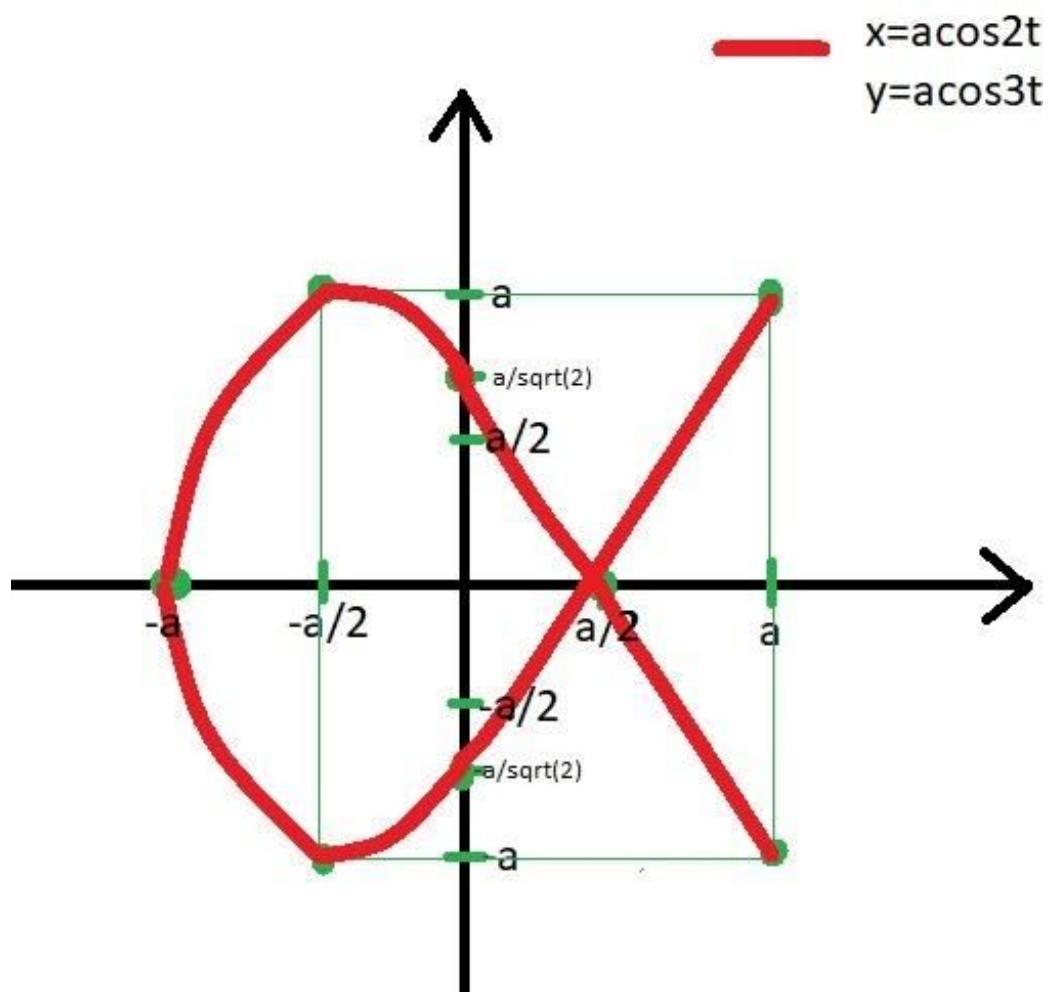
$y$	$-a < y < a$	$-a < y < 0$	$0 < y < a$	$-a < y < a$
-----	--------------	--------------	-------------	--------------

$$7. y''_{xt}(t) = \left( \frac{3 \sin \sin 3t}{2 \sin \sin 2t} \right)' = \frac{18 \cos \cos 3t \sin \sin 2t - 12 \cos 2t \sin 3t}{42t} == \frac{9 \cos \cos 3t \sin \sin 2t - 6 \cos 2t \sin 3t}{22t}$$

$y''_{x^2}(t) = \frac{y''_{xt}(t)}{x'_t} = -\frac{9 \cos \cos 3t \sin \sin 2t - 6 \cos 2t \sin 3t}{4a2t} \Rightarrow$  В 1 и 2 долях график функции выпуклый, в 3 и 4 вогнутый. ( $t \in (0; \frac{\pi}{2}) \Rightarrow -a < x < a, 0 < y < a$   $y''_{x^2}(-) \cap$ ;  $t \in (\frac{\pi}{2}; \pi) \Rightarrow -a < x < a, -a < y < 0$   $y''_{x^2}(+) \cup$ )

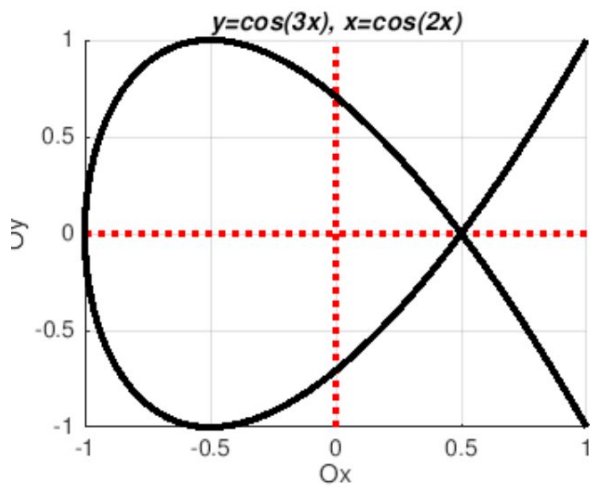
8. асимптот не существует

Построим график функции. Так как  $a > 0$  график будет иметь следующий вид



Программа





```
Minx=-1; % нижняя граница оси x
Maxx=1; % верхняя граница оси x
Miny=-1; % нижняя граница оси y
Maxy=1; % верхняя граница оси y
OX=[Minx Maxx]; % ось ox
OY=[Miny Maxy]; % ось oy
Z=[0 0]; % линия координат
t=0:0.01:pi;
x=cos(t.*2);
y=cos(t.*3);
hold on
grid on;
plot(OX,Z, 'r:', 'LineWidth',3);
plot(Z,OY, 'r:', 'LineWidth',3);
plot(x,y, 'k-', 'LineWidth',3);
xlabel('Ox');
ylabel('Oy');
title('y=cos(3x), x=cos(2x)', 'FontAngle', 'italic');
hold off;
```

### Проверка

```
syms t;
syms a;
y=a*cos(3*t);
x=a*cos(2*t);
dy=diff(y,t);
dx=diff(x,t);
dyx=dy/dx;
d2ytx=diff(dyx,t);
d2yxx=d2ytx/dx;
fprintf('y'='%s\nx'='%s\nyx'='''(t)=%s\nyx'='''(t)=%s\nyx'='''(t)=%s\n', dy, dx, dyx,
d2ytx, d2yxx );
```

### Терминал

```
y'=-3*a*sin(3*t)
x'=-2*a*sin(2*t)
```

```

yx'(t)=(3*sin(3*t))/(2*sin(2*t))
yxt''(t)=(9*cos(3*t))/(2*sin(2*t)) - (3*cos(2*t)*sin(3*t))/sin(2*t)^2
yxx''(t)=-((9*cos(3*t))/(2*sin(2*t)) -
(3*cos(2*t)*sin(3*t))/sin(2*t)^2)/(2*a*sin(2*t))

```