

Совместный бакалавриат ВШЭ-РЭШ, 2018—19 уч. год

Математический анализ — 1

Домашнее задание №2

И. Щуров, М. Матушко, И. Машанова, И. Эрлих

Фамилия и имя студента: Денисова Анна Алексеевна

Правила

Academic ethics policy. Попытка сдать хотя бы частично списанный текст будет рассматриваться как грубое нарушение принципов академической этики со всеми административными и репутационными последствиями.

Deadline policy. Срок сдачи работы указан в my.NES и не будет переноситься. В случае сдачи работы после срока оценка будет определяться по формуле $x(t) = x_0 e^{-t}$, где x_0 — оценка без учёта штрафа, t — количество дней, прошедших с момента дедлайна до момента сдачи работы (вещественное число).

Typography policy. Текст работы сдаётся исключительно в формате PDF. Работа с идеальным оформлением, набранная на компьютере, выглядящая как страница из хорошо свёрстанной книги, получает бонус в 5% от числа набранных баллов. Работа с плохим оформлением (например, скан работы, написанной от руки), получает штраф в 5% от числа набранных баллов. Работа, чтение которой вызывает существенные затруднения (неразборчивый скан или фотография и т.д.), может быть возвращена на доработку без продления дедлайна.

Для оформления задач 1 и 2 нужно распечатать условие, построить графики ручкой на распечатке, добавить необходимые комментарии, отсканировать и перевести в PDF.

Задачи

Задача 1. (16 баллов) На рисунке 1 изображен график функции $y = f(x)$.

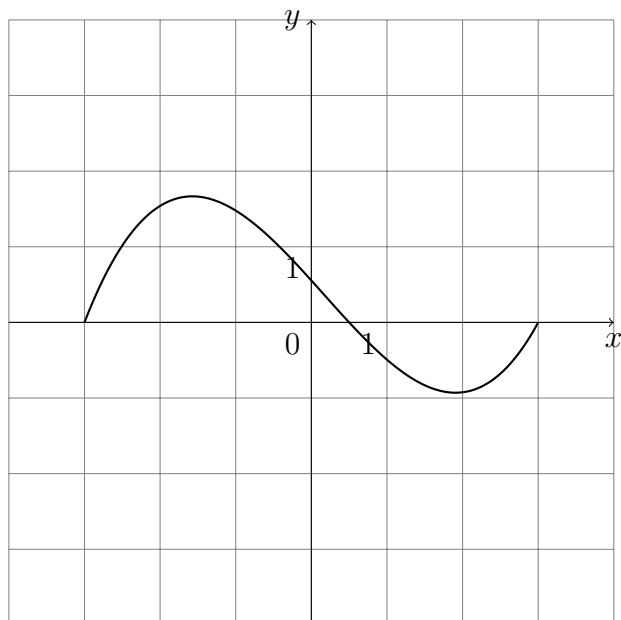


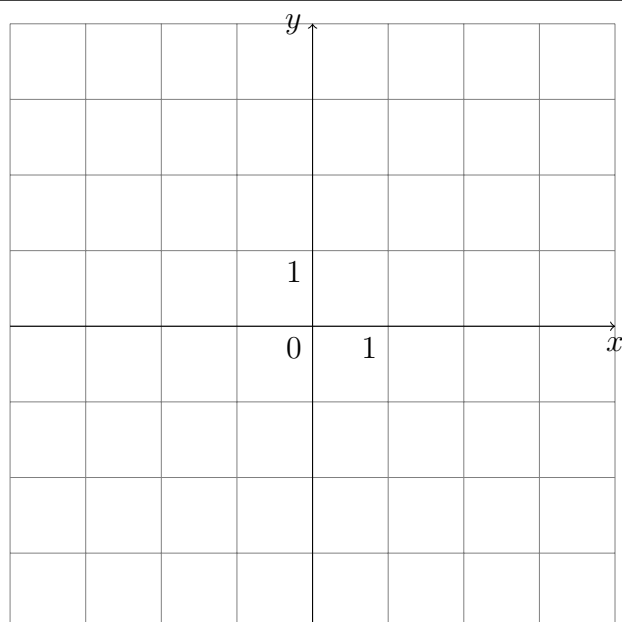
Рис. 1: Рисунок к задаче 1

а. Заполнить по графику таблицу значений функций (находить значения можно примерно):

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----|------|----|------|----|------|---|-----|---|-----|---|-----|---|
| x | -3 | -2,5 | -2 | -1,5 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| $f(x)$ | | | | | | | | | | | | | |

б. Рассмотрим функцию $g(x) = f(x) + 1$. Чему равно $g(0)$? $g(1)$? Заполнить для неё таблицу значений (см. ниже) и построить график. Как соотносятся графики функций $g(x)$ и $f(x)$?

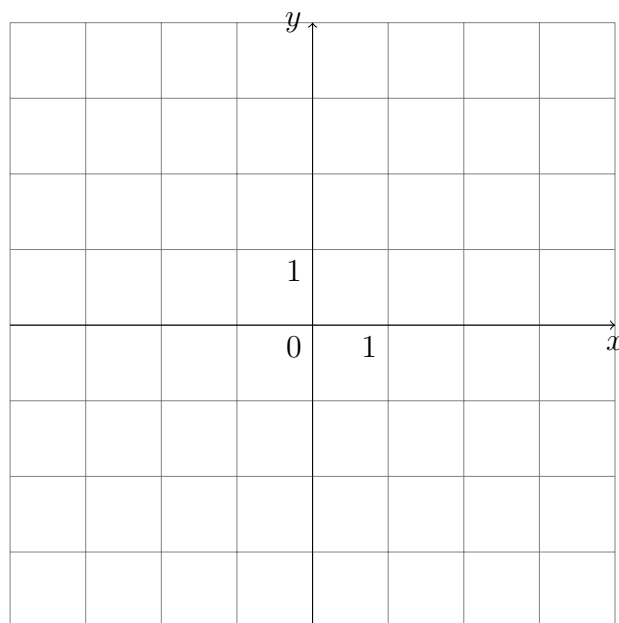
| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----|------|----|------|----|------|---|-----|---|-----|---|-----|---|
| x | -3 | -2,5 | -2 | -1,5 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| $g(x)$ | | | | | | | | | | | | | |



Ответ:

c. Рассмотрим функцию $h(x) = 2f(x)$; Чему равно $h(0)$? $h(1)$? Заполнить для неё таблицу значений (см. ниже) и построить график. Как соотносятся графики функций $f(x)$ и $h(x)$?

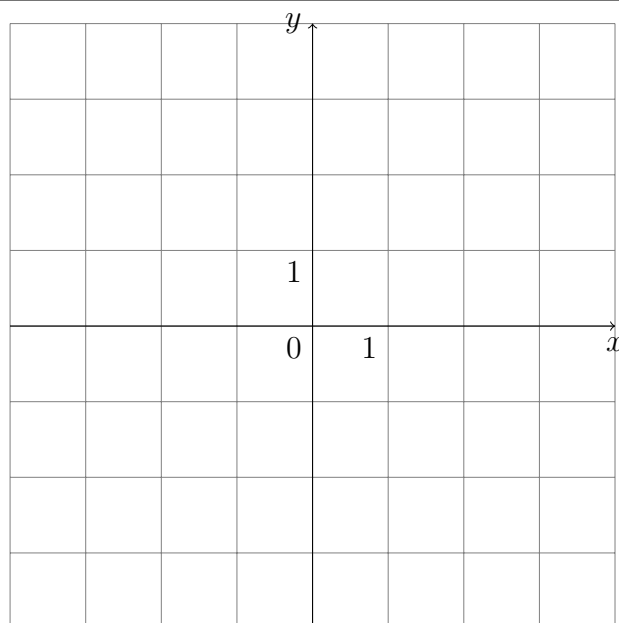
| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----|------|----|------|----|------|---|-----|---|-----|---|-----|---|
| x | -3 | -2,5 | -2 | -1,5 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| $h(x)$ | | | | | | | | | | | | | |



Ответ:

d. Рассмотрим функцию $u(x) = f(x + 1)$; Чему равно $u(0)$? $u(-1)$? $u(1)$? Заполнить для неё таблицу значений (см. ниже) и построить график. Как соотносятся графики функций $f(x)$ и $u(x)$?

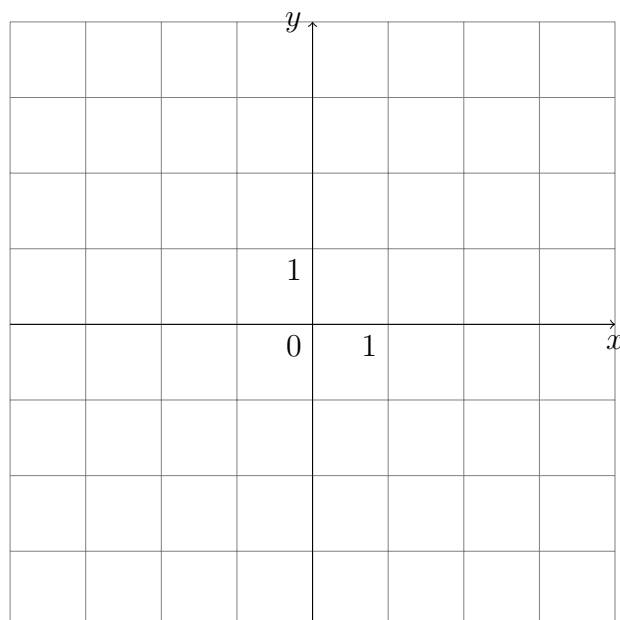
| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----|------|----|------|----|------|----|------|---|-----|---|-----|---|
| x | -4 | -3,5 | -3 | -2,5 | -2 | -1,5 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 |
| $u(x)$ | | | | | | | | | | | | | |



Ответ:

е. Рассмотрим функцию $v(x) = f(2x)$; Чему равно $v(0)$? $v(1)$? $v(0,5)$? Заполнить для неё таблицу значений (см. ниже) и построить график. Как соотносятся графики функций $f(x)$ и $v(x)$?

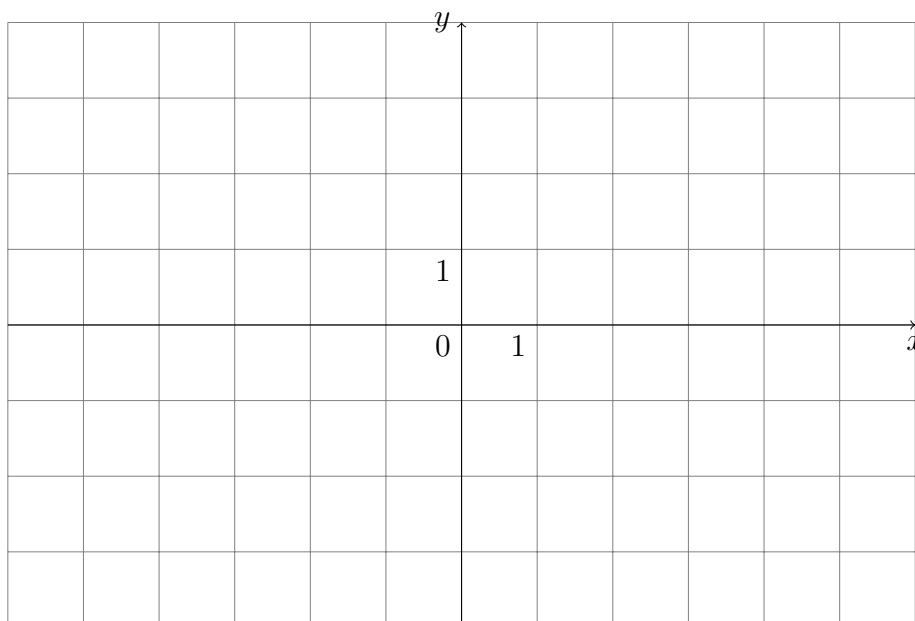
| | | | | | | | |
|--------|------|----|------|---|-----|---|-----|
| x | -1,5 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 |
| $v(x)$ | | | | | | | |



Ответ:

ф. Рассмотрим функцию $z(x) = f(x/2)$; Чему равно $z(0)$? $z(1)$? $z(-1)$? Заполнить для неё таблицу значений (см. ниже) и построить график. Как соотносятся графики функций $f(x)$ и $z(x)$?

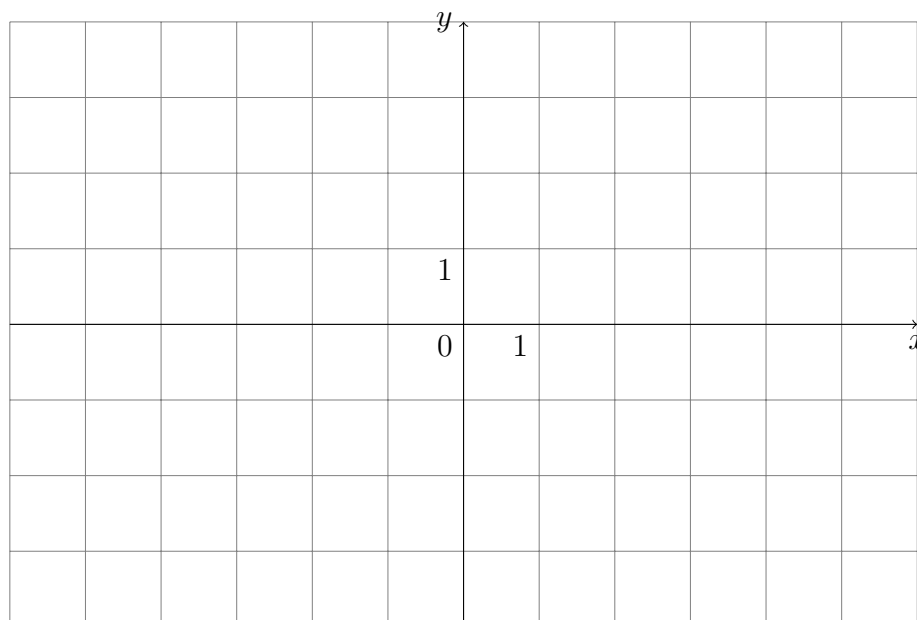
| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|
| x | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| $z(x)$ | | | | | | | | | | | | | |



Ответ:

g. Рассмотрим функцию $m(x) = |f(x)|$; Чему равно $m(0)$? $m(1)$? $m(-1)$? Заполнить для неё таблицу значений (см. ниже) и построить график. Как соотносятся графики функций $f(x)$ и $m(x)$?

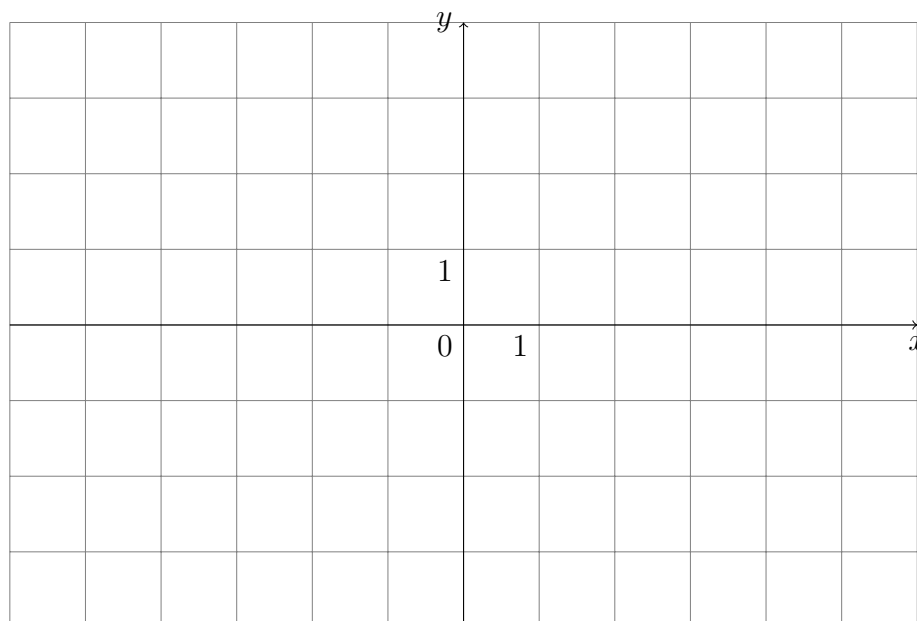
| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----|------|----|------|----|------|---|-----|---|-----|---|-----|---|
| x | -3 | -2,5 | -2 | -1,5 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| $h(x)$ | | | | | | | | | | | | | |



Ответ:

h. Рассмотрим функцию $r(x) = f(|x|)$; Чему равно $r(0)$? $r(1)$? $r(-1)$? Заполнить для неё таблицу значений (см. ниже) и построить график. Как соотносятся графики функций $f(x)$ и $r(x)$?

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----|------|----|------|----|------|---|-----|---|-----|---|-----|---|
| x | -3 | -2,5 | -2 | -1,5 | -1 | -0,5 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
| $h(x)$ | | | | | | | | | | | | | |



Ответ:

Задача 2. (4 балла)

На рисунке 2 изображён график функции $y = f(x)$. Рассмотрим функцию $g(x) = f(4x - 12)$.

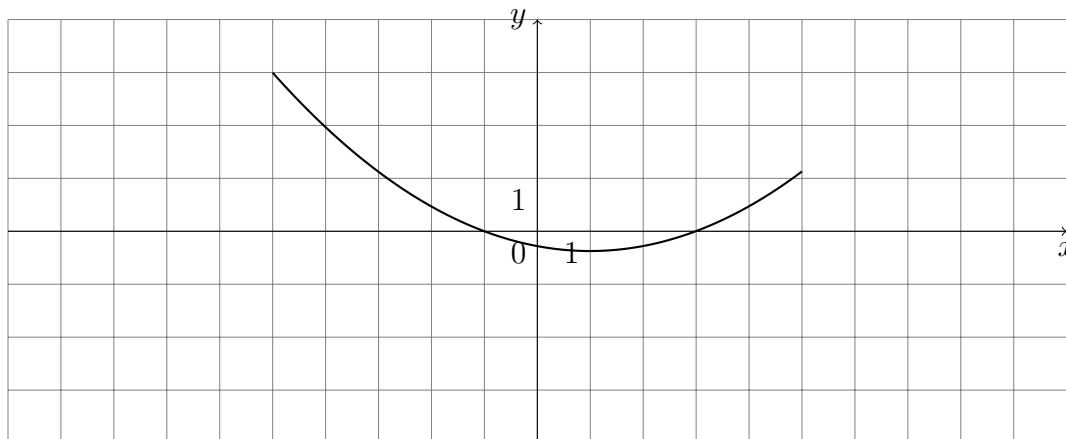


Рис. 2: Рисунок к задаче 2

- Найти область определения функции $g(x)$.
- Найти значение функции $g(x)$ в нескольких (как минимум пяти) различных точках из области определения.
- Построить график $g(x)$.
- Какие точки на графике функции $f(x)$ переходят в точки на графике $g(x)$ с абсциссой $x = 0$, $x = 1$, $x = -1$? Какие точки остаются на месте?
- Описать словами, что надо сделать с графиком функции $f(x)$, чтобы получить график функции $g(x)$.

Решение:

Задача 3. (12 баллов) Запишите в кванторах определение (по Коши) следующего утверждения. Обратите внимание на разницу между знаками ∞ , $+\infty$ и $-\infty$.

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = \infty.$$

Придумайте и запишите определение по Гейне для того же факта. Докажите эквивалентность двух определений.

Задача 4. (12 баллов) Доказать равенство, используя определение предела по Коши.

$$\lim_{x \rightarrow 0} x^3 = 0.$$

Задача 5. (12 баллов) Докажите, пользуясь определением предела по Коши, что если

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = -\infty$$

и

$$\lim_{y \rightarrow -\infty} g(y) = b,$$

то

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} g(f(x)) = b.$$

(Здесь b — произвольное вещественное число.)

Задача 6. (6 баллов) Вычислить предел или доказать, что его не существует. Если предел равен бесконечности (плюс бесконечности, минус бесконечности), докажите это. Можете пользоваться предыдущей задачей.

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \sin(2^{-e^{3x}+1})$$