

Задание №2

Вычислить **максимальное** значение функции $f(x)$ на отрезке $[a, b]$, используя следующие методы первого порядка:

- метод установления границ интервала (метод Свенна);
- метод половинного деления;
- метод золотого сечения;
- метод равномерного поиска;

Точку оптимума x' определить с точностью не менее 10^{-4} .

Построить график функции $f(x)$ на отрезке. Указать число шагов, при котором достигается требуемая точность.

8) $f(x) = 1/3 x^3 - (1 + x)(\ln(1 + x) - 1)^*$, на интервале: $[-0,5; 0,5]$

Построим график функции

In [2]:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

def f(x):
    return (1/3) * x**3 - (1 + x) * (np.log(1 + x) - 1)

a, b = [-0.5, 0.5]

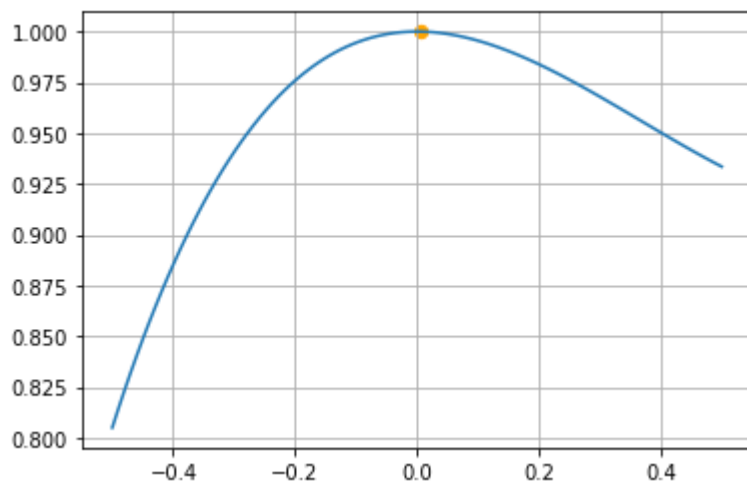
x = np.linspace(a, b, 100)
f_x = f(x)

fig = plt.subplot()
fig.plot(x, f_x)
fig.grid()

i_max = np.argmax(f_x)
f_max = f_x[i_max]
x_max = x[i_max]

fig.scatter(x_max, f_max, color='orange', s=40, marker='o')
```

Out[2]: <matplotlib.collections.PathCollection at 0x7f1838c5cb00>



Найдем максимум функции методом Свенна

```

In [3]: eps = 10**(-5)

x0 = a
x1 = b

sven_counter = 0
while(np.abs(x1 - x0) > eps):
    xn = (x0 + x1)/2
    d = np.abs(x1 - x0)/10

    is_d_negative = False

    f_l = f(xn - d)
    f_xn = f(xn)
    f_r = f(xn + d)

    if(f_l <= f_xn and f_xn >= f_r):
        x0 = xn - d
        x1 = xn + d
    else:
        if(f_l <= f_xn and f_xn <= f_r):
            x0 = xn
        elif(f_l >= f_xn and f_xn >= f_r):
            d = -d
            is_d_negative = True
            x1 = xn

    while(True):
        sven_counter += 1
        xn1 = xn + d
        if(f(xn1) < f(xn)):
            if (is_d_negative):
                x0 = xn1
                x1 = xn
            else:
                x1 = xn1
            break
        else:
            if(not is_d_negative):
                x0 = xn
            d *= 2

res = (x0 + x1) / 2
f_res = f(res)

#Функция для вывода digits чисел после запятой
def toFixed(numObj, digits=0):
    return f"{numObj:.{digits}f}"

print('Максимум f(x) =', toFixed(f_res, 5), ' при x =', toFixed(res, 5))
print('Количество итераций:', sven_counter)

```

Максимум f(x) = 1.00000 при x = 0.00000
Количество итераций: 8

Найдем максимум методом половинного деления

```

In [4]: x0 = a
x1 = b

mid = (x0 + x1)/2
f_mid = f(mid)

bin_counter = 0
while(np.abs(x1 - x0) > eps):

```

```

mid = (x0 + x1)/2
f_mid = f(mid)

n = (x0 + mid)/2
m = (mid + x1)/2

f_n = f(n)
f_m = f(m)

if(f_n > f_mid):
    x1 = mid
elif(f_m > f_mid):
    x0 = mid
elif(f_n <= f_mid and f_m <= f_mid):
    x0 = n
    x1 = m
bin_counter += 1

print('Максимум f(x) =', toFixed(f_mid, 5), ' при x =', toFixed(mid, 5))
print('Количество итераций:', bin_counter)

```

Максимум $f(x) = 1.00000$ при $x = 0.00000$
Количество итераций: 17

Найдем максимум методом золотого сечения

In [5]:

```

x0 = a
x1 = b

phi = (1 + np.sqrt(5))/2
gold_counter = 0

while(np.abs(x1 - x0) > eps):
    n = x1 - (x1 - x0)/phi
    m = x0 + (x1 - x0)/phi

    f_n = f(n)
    f_m = f(m)

    if(f_n <= f_m):
        x0 = n
    else:
        x1 = m

    gold_counter += 1

res = (x0 + x1)/2
f_res = f(res)

print('Максимум f(x) =', toFixed(f_res, 5), ' при x =', toFixed(res, 5))
print('Количество итераций:', gold_counter)

```

Максимум $f(x) = 1.00000$ при $x = 0.00000$
Количество итераций: 24

Найдем максимум методом равномерного поиска

In [6]:

```

x0 = a
f_x0 = f(x0)

uniform_counter = 0
i = 0
while (True):
    x_i = x0 + eps

```

```

f_i = f(x_i)

if(x_i == b):
    break

if(f_i > f_x0):
    x0 = x_i
    f_x0 = f_i

if(f_i < f_x0):
    break

uniform_counter += 1

print('Максимум f(x) =', toFixed(f_x0, 5), ' при x =', toFixed(x0, 5))
print('Количество итераций:', uniform_counter)

```

Максимум $f(x) = 1.00000$ при $x = 0.00000$
Количество итераций: 50000

Составим таблицу количества итераций, сделанных каждым методом для поиска максимума

In [7]:

```

from prettytable import PrettyTable

counter_names = ['Метод', 'Свенна', 'Половинного деления',
                 'Золотого сечения', 'Равномерного поиска']

counter_vals = ['Кол-во \n итераций', sven_counter, bin_counter,
               gold_counter, uniform_counter]

table = PrettyTable(counter_names)
table.add_row(counter_vals)
print(table)

```

Метод	Свенна	Половинного деления	Золотого сечения	Равномерного поиска
Кол-во итераций	8	17	24	50000