



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. А. И. ГЕРЦЕНА»

---

ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
Кафедра информационных технологий и электронного обучения

## ОТЧЁТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4

### «Нелинейные уравнения»

По дисциплине: Вычислительная математика

(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Зав. кафедры ИТиЭО д-р пед.наук.:

Власова Е.З

Выполнили студенты 2 курса

Бережной М.  
Панасюженкова О.  
Вольных М.  
Щербинин А.

Санкт-Петербург  
2021

**Цель:** реализовать решение нелинейных уравнений численными методами касательных, дихотомии, хорд на языке программирования.

**Оборудование:** ПК, язык программирования JavaScript, HTML, CSS.

**Математическая модель.**

**Метод хорд:**

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f(C) - f(x_i)} \cdot (C - x_i)$$

**Метод касательных:**

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)} = F(x_i)$$

**Метод дихотомии:**

$$x_0 = \frac{a+b}{2} \quad x_1 = \frac{a+x_0}{2} \quad x_1 = \frac{b+x_0}{2}$$

**Вариант 2**

**Бережной Михаил**

**Постановка задачи:** вычислить  $x^3 - \cos(x) + 1$  на отрезке от -10 до 10 с точностью  $10^{-6}$ .

**Список идентификаторов:**

Имя переменной	Тип	Значение
inst	text	Вводимая функция
A	number	Нижний предел
B	number	Верхний предел
E	number	Вводимая точность
F	function	Функция вычисления
DF	function	Производная функции
Meth	text	Выбираемый метод
res	number	Результат производной функции
i	number	Параметр цикла
x	number	Промежуточная переменная, значения $x$
x1	number	Промежуточная переменная, значения $x$
R	number	Точность вычисления
del_a	number	Изменяемый нижний предел
del_b	number	Изменяемый верхний предел
result1	number	Результат вычислений

**Код программы:**

```
const MethDiv = document.getElementById("method")
const btn = document.querySelector("#bt")
const instDiv = document.querySelector('#inst');
const aDiv = document.querySelector('#a');
const bDiv = document.querySelector('#b');
```

```

const EDiv = document.querySelector('#E');
btn.addEventListener('click', ()=>{
    document.querySelector('h1').textContent = document.title;

    /* извлечение данных */
    let inst = (instDiv.value.toString());
    let a = (aDiv.value.toString());
    let b = (bDiv.value.toString());

    /* перевод введённых данных */
    inst = inst.replaceAll('sin', 'Math.sin')
    inst = inst.replaceAll('cos', 'Math.cos')
    inst = inst.replaceAll('pi', 'Math.PI')
    inst = inst.replaceAll('abs', 'Math.abs')
    inst = inst.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
    inst = inst.replaceAll('pow', 'Math.pow')
    inst = inst.replaceAll('ln', 'Math.log')
    inst = inst.replaceAll('exp', 'Math.exp')
    inst = inst.replaceAll('^', '**')

    a = a.replaceAll('sin', 'Math.sin')
    a = a.replaceAll('cos', 'Math.cos')
    a = a.replaceAll('pi', 'Math.PI')
    a = a.replaceAll('abs', 'Math.abs')
    a = a.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
    a = a.replaceAll('pow', 'Math.pow')
    a = a.replaceAll('ln', 'Math.log')
    a = a.replaceAll('exp', 'Math.exp')
    a = a.replaceAll('^', '**')

    b = b.replaceAll('sin', 'Math.sin')
    b = b.replaceAll('cos', 'Math.cos')
    b = b.replaceAll('pi', 'Math.PI')
    b = b.replaceAll('abs', 'Math.abs')
    b = b.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
    b = b.replaceAll('pow', 'Math.pow')
    b = b.replaceAll('ln', 'Math.log')
    b = b.replaceAll('exp', 'Math.exp')
    b = b.replaceAll('^', '**')

    /* небольшие махинации */

    const A = eval(a);
    const B = eval(b);
    const E = Number(EDiv.value);
    const theInstructions = inst;
    const F = new Function('x', 'return ' + theInstructions);
    const Meth = (MethDiv.value.toString());
    function DF(x){
        let res = 3 * x * x + Math.sin(x)
    }

```

```

    return res
}

/* вычисления */
if(Meth === "type_Nio"){
    let i = 0;
    let x = A;
    let x1 = 0
    let R = 100000
    while(R > E){
        x1 = x - (F(x) / DF(x))
        R = Math.abs(x-x1)
        x = x1
        i += 1
    }
    const result1 = x;
    document.querySelector('#result1').value = result1;
}
else{
    if(Meth === "type_Hord"){
        let i = 0;
        let x = A - (F(A) * (B - A)) / (F(B) - F(A));
        let x1 = 0
        let R = 100000
        while(R > E){
            x1 = x - (F(x) * (B - x) ) / (F(B) - F(x))
            R = Math.abs(x-x1)
            x = x1
            i += 1
        }
        const result1 = x;
        document.querySelector('#result1').value = result1;
    } else{
        if(Meth === "type_Del"){
            let i = 0;
            let x = 0;
            let R = 100000
            let del_a = A
            let del_b = B
            while(R > E){
                R = Math.abs(del_b - del_a)
                x = (del_a + del_b) / 2
                if(x === 0){
                    x += 1
                }
                let t = F(del_a) * F(x)
                if(t < 0){
                    del_b = x
                } else{
                    del_a = x
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }
    i += 1
  }
  const result1 = x;
  document.querySelector('#result1').value = result1;
}
}
}
})

```

## Результаты работы программы

### Метод Ньютона:

[Обратно в меню](#)

Метод Ньютона ▼

Вычислить уравнение:

На отрезке от:  до:

Точность:

Otvet =

### Метод хорд:

[Обратно в меню](#)

Метод Хорд ▼

Вычислить уравнение:

На отрезке от:  до:

Точность:

Otvet =

### Метод дихотомии:

[Обратно в меню](#)

Метод Деления отрезка пополам ▼

Вычислить уравнение:

На отрезке от:  до:

Точность:

Otvet =

## Вариант 22

Панасюженкова Ольга

**Постановка задачи:** вычислить  $2x^3 - 9x^2 - 60x + 1$  на отрезке от -10 до 10 с точностью  $10^{-6}$ .

**Список идентификаторов:**

Имя переменной	Тип	Значение
inst	text	Вводимая функция
A	number	Нижний предел
B	number	Верхний предел
E	number	Вводимая точность
F	function	Функция вычисления
DF	function	Производная функции
Meth	text	Выбираемый метод
res	number	Результат производной функции
i	number	Параметр цикла
x	number	Промежуточная переменная, значения $x$
x1	number	Промежуточная переменная, значения $x$
R	number	Точность вычисления
del_a	number	Изменяемый нижний предел
del_b	number	Изменяемый верхний предел
result1	number	Результат вычислений

**Код программы:**

```
const MethDiv = document.getElementById("method")
const btn = document.querySelector("#bt")
const instDiv = document.querySelector('#inst');
const aDiv = document.querySelector('#a');
const bDiv = document.querySelector('#b');
const EDiv = document.querySelector('#E');
btn.addEventListener('click',()=>{
    document.querySelector('h1').textContent = document.title;

    /* извлечение данных */
    let inst = (instDiv.value.toString());
    let a = (aDiv.value.toString());
    let b = (bDiv.value.toString());

    /* перевод введенных данных */
    inst = inst.replaceAll('sin', 'Math.sin')
    inst = inst.replaceAll('cos', 'Math.cos')
    inst = inst.replaceAll('pi', 'Math.PI')
    inst = inst.replaceAll('abs', 'Math.abs')
    inst = inst.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
    inst = inst.replaceAll('pow', 'Math.pow')
```

```

inst = inst.replaceAll('ln', 'Math.log')
inst = inst.replaceAll('exp', 'Math.exp')
inst = inst.replaceAll('^', '**')

a = a.replaceAll('sin', 'Math.sin')
a = a.replaceAll('cos', 'Math.cos')
a = a.replaceAll('pi', 'Math.PI')
a = a.replaceAll('abs', 'Math.abs')
a = a.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
a = a.replaceAll('pow', 'Math.pow')
a = a.replaceAll('ln', 'Math.log')
a = a.replaceAll('exp', 'Math.exp')
a = a.replaceAll('^', '**')

b = b.replaceAll('sin', 'Math.sin')
b = b.replaceAll('cos', 'Math.cos')
b = b.replaceAll('pi', 'Math.PI')
b = b.replaceAll('abs', 'Math.abs')
b = b.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
b = b.replaceAll('pow', 'Math.pow')
b = b.replaceAll('ln', 'Math.log')
b = b.replaceAll('exp', 'Math.exp')
b = b.replaceAll('^', '**')

/* небольшие махинации */

const A = eval(a);
const B = eval(b);
const E = Number(EDiv.value);
const theInstructions = inst;
const F = new Function('x', 'return ' + theInstructions);
const Meth = (MethDiv.value.toString());
function DF(x){
    let res = 6 * x**2 - 18 * x - 60
    return res
}

/* вычисления */
if(Meth === "type_Nio"){
    let i = 0;
    let x = A;
    let x1 = 0
    let R = 100000
    while(R > E){
        x1 = x - (F(x) / DF(x))
        R = Math.abs(x-x1)
        x = x1
        i += 1
    }
    const result1 = x;

```

```

document.querySelector('#result1').value = result1;
}
else{
    if(Meth === "type_Hord"){
        let i = 0;
        let x = A - (F(A) * (B - A)) / (F(B) - F(A));
        let x1 = 0
        let R = 100000
        while(R > E){
            x1 = x - (F(x) * (B - x) ) / (F(B) - F(x))
            R = Math.abs(x-x1)
            x = x1
            i += 1
        }
        const result1 = x;
        document.querySelector('#result1').value = result1;
    } else{
        if(Meth === "type_Del"){
            let i = 0;
            let x = 0;
            let R = 100000
            let del_a = A
            let del_b = B
            while(R > E){
                R = Math.abs(del_b - del_a)
                x = (del_a + del_b) / 2
                if(x === 0){
                    x += 1
                }
                let t = F(del_a) * F(x)
                if(t < 0){
                    del_b = x
                } else{
                    del_a = x
                }
                i += 1
            }
            const result1 = x;
            document.querySelector('#result1').value = result1;
        }
    }
}
})

```



## Результаты работы программы

### Метод Ньютона:

[Обратно в меню](#)

Метод Ньютона ▼

Вычислить уравнение:  $2 * x^3 - 9 * x^2 - 60 * x + 1$

На отрезке от: -10 до: 10

Точность:  $10^{-6}$

Otvet = -3,6828126381082353

### Метод хорд:

[Обратно в меню](#)

Метод Хорд ▼

Вычислить уравнение:  $2 * x^3 - 9 * x^2 - 60 * x + 1$

На отрезке от: -10 до: 10

Точность:  $10^{-6}$

Otvet = 8,16618727865172

### Метод дихотомии:

[Обратно в меню](#)

Метод Деления отрезка пополам ▼

Вычислить уравнение:  $2 * x^3 - 9 * x^2 - 60 * x + 1$

На отрезке от: -10 до: 10

Точность: 0,000001

Otvet = 8,16618737578392

### Вариант 13

#### Щербинин Артем

**Постановка задачи:** вычислить  $\frac{\ln(1+x)}{x} - \frac{2}{\pi}$  на отрезке от 0 до 10 с точностью  $10^{-6}$ .

**Список идентификаторов:**

Имя переменной	Тип	Значение
inst	text	Вводимая функция
A	number	Нижний предел
B	number	Верхний предел
E	number	Вводимая точность
F	function	Функция вычисления
DF	function	Производная функции
Meth	text	Выбираемый метод
res	number	Результат производной функции
i	number	Параметр цикла
x	number	Промежуточная переменная, значения $x$
x1	number	Промежуточная переменная, значения $x$
R	number	Точность вычисления
del_a	number	Изменяемый нижний предел
del_b	number	Изменяемый верхний предел
result1	number	Результат вычислений

**Код программы:**

```
const MethDiv = document.getElementById("method")
const btn = document.querySelector("#bt")
const instDiv = document.querySelector('#inst');
const aDiv = document.querySelector('#a');
const bDiv = document.querySelector('#b');
const EDiv = document.querySelector('#E');
btn.addEventListener('click',()=>{
    document.querySelector('h1').textContent = document.title;

    /* извлечение данных */
    let inst = (instDiv.value.toString());
    let a = (aDiv.value.toString());
    let b = (bDiv.value.toString());

    /* перевод введенных данных */
    inst = inst.replaceAll('sin', 'Math.sin')
    inst = inst.replaceAll('cos', 'Math.cos')
    inst = inst.replaceAll('pi', 'Math.PI')
    inst = inst.replaceAll('abs', 'Math.abs')
    inst = inst.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
    inst = inst.replaceAll('pow', 'Math.pow')
    inst = inst.replaceAll('ln', 'Math.log')
```

```

inst = inst.replaceAll('exp', 'Math.exp')
inst = inst.replaceAll('^', '**')

a = a.replaceAll('sin', 'Math.sin')
a = a.replaceAll('cos', 'Math.cos')
a = a.replaceAll('pi', 'Math.PI')
a = a.replaceAll('abs', 'Math.abs')
a = a.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
a = a.replaceAll('pow', 'Math.pow')
a = a.replaceAll('ln', 'Math.log')
a = a.replaceAll('exp', 'Math.exp')
a = a.replaceAll('^', '**')

b = b.replaceAll('sin', 'Math.sin')
b = b.replaceAll('cos', 'Math.cos')
b = b.replaceAll('pi', 'Math.PI')
b = b.replaceAll('abs', 'Math.abs')
b = b.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
b = b.replaceAll('pow', 'Math.pow')
b = b.replaceAll('ln', 'Math.log')
b = b.replaceAll('exp', 'Math.exp')
b = b.replaceAll('^', '**')

/* небольшие махинации */

let A = eval(a);
const B = eval(b);
const E = Number(EDiv.value);
const theInstructions = inst;
const F = new Function('x', 'return ' + theInstructions);
const Meth = (MethDiv.value.toString());
function DF(x){
    let res = (1 / (x * (1 + x))) - (Math.log(1 + x) / (x * x))
    return res
}

/* вычисления */
if(Meth === "type_Nio"){
    let i = 0;
    let x = A;
    x += 0.000001
    let x1 = 0
    let R = 100000
    while(R > E){
        x1 = x - (F(x) / DF(x))
        R = Math.abs(x-x1)
        x = x1
        i += 1
    }
    const result1 = x;

```

```

document.querySelector('#result1').value = result1;
}
else{
    if(Meth === "type_Hord"){
        let i = 0;
        let x = A - (F(A) * (B - A)) / (F(B) - F(A));
        let x1 = 0
        let R = 100000
        while(R > E){
            x1 = x - (F(x) * (B - x) ) / (F(B) - F(x))
            R = Math.abs(x-x1)
            x = x1
            i += 1
        }
        if(x !== x){
            alert("Невозможно решить на данном отрезке")
        } else {
            const result1 = x;
            document.querySelector('#result1').value = result1;
        }
    } else{
        if(Meth === "type_Del"){
            let i = 0;
            let x = 0;
            let R = 100000
            let del_a = A + 1
            let del_b = B
            while(R > E){
                R = Math.abs(del_b - del_a)
                x = (del_a + del_b) / 2
                if(x === 0){
                    x += 1
                }
                let t = F(del_a) * F(x)
                if(t < 0){
                    del_b = x
                } else{
                    del_a = x
                }
                i += 1
            }
            const result1 = x;
            document.querySelector('#result1').value = result1;
        }
    }
}
}

```

```

}))

```

## Результаты работы программы

### Метод Ньютона:

[Обратно в меню](#)

Метод Ньютона ▼

Вычислить уравнение:

На отрезке от:  до:

Точность:

Ответ =

### Метод хорд:

Сообщение на этой странице  
Невозможно решить на данном отрезке

OK

Вычислить уравнение:

На отрезке от:  до:

Точность:

Ответ =

Результат не был получен, как и в данной лабораторной работе, так и при использовании уже готовых калькуляторов. Это может быть связано с тем, что отрезок начинается с 0, а в самой функции присутствует деление на  $x$ .

### Метод дихотомии:

[Обратно в меню](#)

Метод Деления отрезка пополам ▼

Вычислить уравнение:

На отрезке от:  до:

Точность:

Ответ =

### Вариант 3

#### Вольных Мария

**Постановка задачи:** вычислить  $x^4 - 1 - \cos(x)$  на отрезке от -15 до 15 с точностью  $10^{-6}$ .

**Список идентификаторов:**

Имя переменной	Тип	Значение
inst	text	Вводимая функция
A	number	Нижний предел
B	number	Верхний предел
E	number	Вводимая точность
F	function	Функция вычисления
DF	function	Производная функции
Meth	text	Выбираемый метод
res	number	Результат производной функции
i	number	Параметр цикла
x	number	Промежуточная переменная, значения $x$
x1	number	Промежуточная переменная, значения $x$
R	number	Точность вычисления
del_a	number	Изменяемый нижний предел
del_b	number	Изменяемый верхний предел
result1	number	Результат вычислений

**Код программы:**

```
const MethDiv = document.getElementById("method")
const btn = document.querySelector("#bt")
const instDiv = document.querySelector('#inst');
const aDiv = document.querySelector('#a');
const bDiv = document.querySelector('#b');
const EDiv = document.querySelector('#E');
btn.addEventListener('click',()=>{
    document.querySelector('h1').textContent = document.title;

    /* извлечение данных */
    let inst = (instDiv.value.toString());
    let a = (aDiv.value.toString());
    let b = (bDiv.value.toString());

    /* перевод введенных данных */
    inst = inst.replaceAll('sin', 'Math.sin')
    inst = inst.replaceAll('cos', 'Math.cos')
    inst = inst.replaceAll('pi', 'Math.PI')
    inst = inst.replaceAll('abs', 'Math.abs')
    inst = inst.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
    inst = inst.replaceAll('pow', 'Math.pow')
    inst = inst.replaceAll('ln', 'Math.log')
```

```

inst = inst.replaceAll('exp', 'Math.exp')
inst = inst.replaceAll('^', '**')

a = a.replaceAll('sin', 'Math.sin')
a = a.replaceAll('cos', 'Math.cos')
a = a.replaceAll('pi', 'Math.PI')
a = a.replaceAll('abs', 'Math.abs')
a = a.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
a = a.replaceAll('pow', 'Math.pow')
a = a.replaceAll('ln', 'Math.log')
a = a.replaceAll('exp', 'Math.exp')
a = a.replaceAll('^', '**')

b = b.replaceAll('sin', 'Math.sin')
b = b.replaceAll('cos', 'Math.cos')
b = b.replaceAll('pi', 'Math.PI')
b = b.replaceAll('abs', 'Math.abs')
b = b.replaceAll('sqrt', 'Math.sqrt')
b = b.replaceAll('pow', 'Math.pow')
b = b.replaceAll('ln', 'Math.log')
b = b.replaceAll('exp', 'Math.exp')
b = b.replaceAll('^', '**')

/* небольшие махинации */

const A = eval(a);
const B = eval(b);
const E = Number(EDiv.value);
const theInstructions = inst;
const F = new Function('x', 'return ' + theInstructions);
const Meth = (MethDiv.value.toString());
function DF(x){
    let res = 4 * x * x * x + Math.sin(x)
    return res
}

/* вычисления */
if(Meth === "type_Nio"){
    let i = 0;
    let x = A;
    let x1 = 0
    let R = 100000
    while(R > E){
        x1 = x - (F(x) / DF(x))
        R = Math.abs(x-x1)
        x = x1
        i += 1
    }
    const result1 = x;
    document.querySelector('#result1').value = result1;

```

```

    }
    else{
        if(Meth === "type_Hord"){
            let i = 0;
            let x = A + 1 - (F(A + 1) * (B - A + 1)) / (F(B) - F(A + 1));
            let R = 100000
            while(R > E){
                x1 = x - (F(x) * (B - x) ) / (F(B) - F(x))
                R = Math.abs(x-x1)
                x = x1
                i += 1
            }
            if(x !== x){
                alert("Невозможно решить на данном отрезке")
            } else {
                const result1 = x;
                document.querySelector('#result1').value = result1;
            }
        } else{
            if(Meth === "type_Del"){
                let i = 0;
                let x = 0;
                let R = 100000
                let del_a = A
                let del_b = B
                while(R > E){
                    R = Math.abs(del_b - del_a)
                    x = (del_a + del_b) / 2
                    if(x === 0){
                        x += 1
                    }
                    let t = F(del_a) * F(x)
                    if(t < 0){
                        del_b = x
                    } else{
                        del_a = x
                    }
                    i += 1
                }
                const result1 = x;
                document.querySelector('#result1').value = result1;
            }
        }
    }
}
})

```



## Метод Ньютона:

[Обратно в меню](#)

Метод Ньютона

Вычислить уравнение:  $x^4 - 1 - \cos(x)$

На отрезке от: -15 до: 15

Точность: 0,000001

Ответ = -1,0983065200370403

## Метод хорд:

[Обратно в меню](#)

Метод Хорд

Вычислить уравнение:  $x^4 - 1 - \cos(x)$

На отрезке от: -15 до: 15

Точность: 0,000001

Ответ = 1,0988933846735625

## Метод дихотомии:

[Обратно в меню](#)

Метод Деления отрезка пополам

Вычислить уравнение:  $x^4 - 1 - \cos(x)$

На отрезке от: -15 до: 15

Точность: 0,000001

Ответ = -1,0983061790466309

**Вывод:** в ходе выполнения лабораторной работы были изучены следующие методы решения нелинейных уравнений: метод Ньютона, метод хорд и метод дихотомии. В вариантах работ 2 и 13 корни, полученные тремя различными методами, практически равны между собой, но в вариантах 3 и 22 эти корни имеют большие отличия. Это связано с тем, что при применении каждого из методов, имеющего свою специфику, для любой функции, могут находиться разные корни одного и того же уравнения, которые будут являться правильным решением. Метод хорд в 13-ом варианте сработал некорректно, что говорит о том, что не во всех случаях удобно использовать все три метода.