

Липецкий государственный технический университет

Кафедра АСУ

ДОМАШНЯЯ РАБОТА №4

по дисциплине

Математическое программирование

Студент

подпись, дата

Глубоков Г.В.

Группа АИ-20-1

Руководитель

К.т.н., доцент

подпись, дата

Качановский Ю.П.

Липецк, 2022 г.

Задание кафедры:

Определить не менее 4 базисных точек методом Хука-Дживса

Вариант 7

$$f(x) = (x_1 - 2)^2 + (x_2 - 5)^2 + (x_3 + 2)^4$$

$$x^{(0)} = (+4, -2, +3)^T$$

$$\alpha = 2; \beta = 2; h = (1, 1).$$

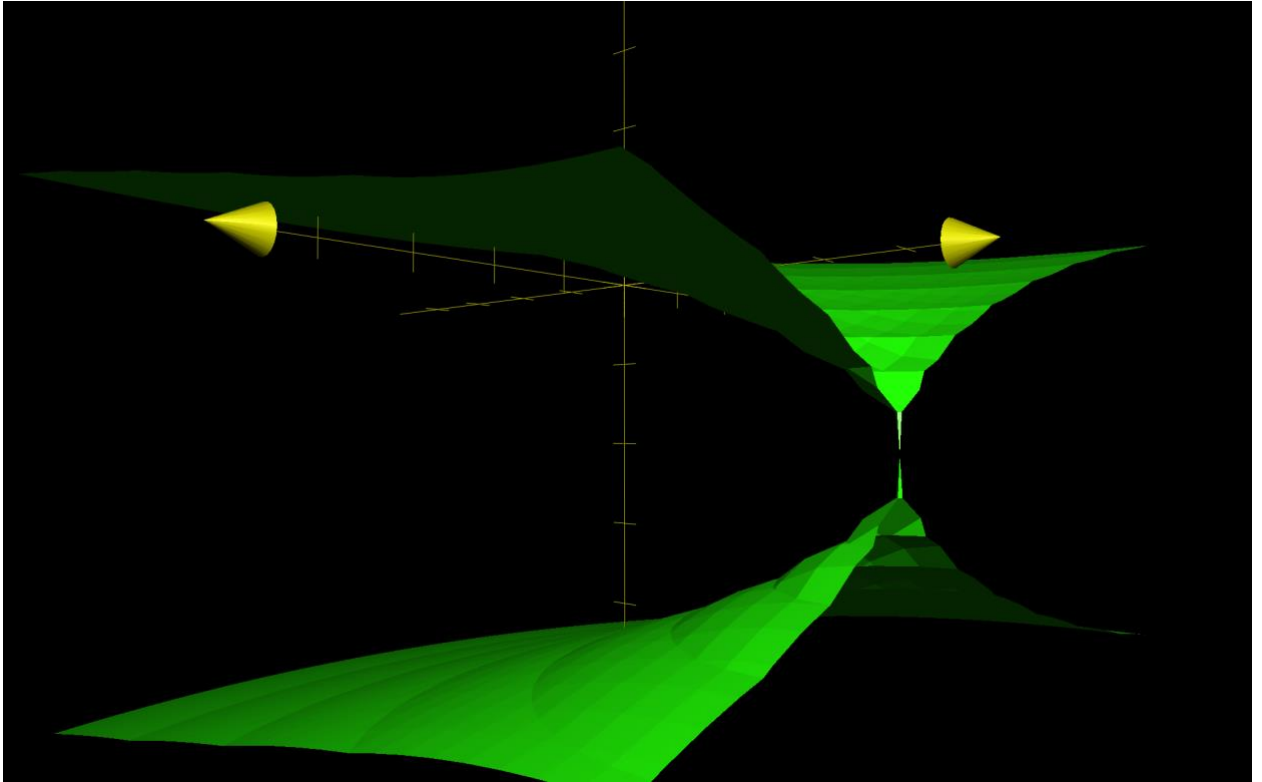


Рисунок 1- График функции

Ход выполнения домашнего задания

Найдем точку минимума и значение функции с помощью метода Хука-Дживса. Напишем код программы, представленный в приложении 1, скомпилируем и запустим ее.

Получаем результат, изображенный на рисунке 2.

```
arcsin(x), arctg(x), arctg(x)
Например,  $x_1^2 + x_1x_2$ , записываем как  $x1^2+x1*x2$ 

Временная базисная точка (2,9,-5)

Итерация номер: 5
Исследующий поиск
Временная базисная точка (4,-2,3)
Исследующий поиск был удачный
Новая базисная точка: (2,8,-4)
Значение функции в временной базисной точке  $f(4,-2,3) = 97$ 
Значение функции в новой базисной точке  $f(2,8,-4) = 25$ 

Исследующий поиск вокруг этой временной базисной точки неудачен поэтому возвращаемся к старой базисной точке
Исследующий поиск
Временная базисная точка (4,-2,3)
Новая базисная точка: (2,5,-2)
Значение функции в временной базисной точке  $f(4,-2,3) = 1$ 
Значение функции в новой базисной точке  $f(2,5,-2) = 0$ 

Поиск по образцу
Временная базисная точка (2,5,0)

Итерация номер: 6
Исследующий поиск
Временная базисная точка (4,-2,3)
Исследующий поиск был удачный
Новая базисная точка: (2,5,-1)
Значение функции в временной базисной точке  $f(4,-2,3) = 16$ 
Значение функции в новой базисной точке  $f(2,5,-1) = 1$ 

Исследующий поиск вокруг этой временной базисной точки неудачен поэтому возвращаемся к старой базисной точке
Исследующий поиск
Временная базисная точка (4,-2,3)
Новая базисная точка: (2,5,-2)
Значение функции в временной базисной точке  $f(4,-2,3) = 0$ 
Значение функции в новой базисной точке  $f(2,5,-2) = 0$ 

Минимум функции: [2,5,-2]
```

Рисунок 2 – Метод Хука-Дживса

За 6 итераций была найдена точка минимума $X = (2, 5, -2)$ с значением функции $F(x) = 0$

Полный результат программы

Начальные значения

Функция: $(x1-2)^2+(x2-5)^2+(x3+2)^4$

Начальная точка: (4-23)

Приращение: (111)

альфа: 2

Бетта: 2

Эпсилон: 0.001

Итерация номер: 1

Исследующий поиск

Временная базисная точка (4,-2,3)

Исследующий поиск был удачный

Новая базисная точка: (3,-1,2)

Значение функции в временной базисной точке $f(4,-2,3) = 678$

Значение функции в новой базисной точке $f(3,-1,2) = 293$

Поиск по образцу
Временная базисная точка (1,1,0)

Итерация номер: 2
Исследующий поиск
Временная базисная точка (4,-2,3)
Исследующий поиск был удачный
Новая базисная точка: (2,2,-1)
Значение функции в временной базисной точке $f(4,-2,3) = 33$
Значение функции в новой базисной точке $f(2,2,-1) = 10$

Поиск по образцу
Временная базисная точка (0,8,-7)

Итерация номер: 3
Исследующий поиск
Временная базисная точка (4,-2,3)
Исследующий поиск был удачный
Новая базисная точка: (1,7,-6)
Значение функции в временной базисной точке $f(4,-2,3) = 638$
Значение функции в новой базисной точке $f(1,7,-6) = 261$

Исследующий поиск вокруг этой временной базисной точки неудачен поэтому
возвращаемся к старой базисной точке
Исследующий поиск
Временная базисная точка (4,-2,3)
Новая базисная точка: (2,3,-2)
Значение функции в временной базисной точке $f(4,-2,3) = 10$
Значение функции в новой базисной точке $f(2,3,-2) = 4$

Поиск по образцу
Временная базисная точка (2,5,-4)

Итерация номер: 4
Исследующий поиск
Временная базисная точка (4,-2,3)
Исследующий поиск был удачный
Новая базисная точка: (2,5,-3)
Значение функции в временной базисной точке $f(4,-2,3) = 16$
Значение функции в новой базисной точке $f(2,5,-3) = 1$

Поиск по образцу
Временная базисная точка (2,9,-5)

Итерация номер: 5
Исследующий поиск
Временная базисная точка (4,-2,3)
Исследующий поиск был удачный
Новая базисная точка: (2,8,-4)
Значение функции в временной базисной точке $f(4,-2,3) = 97$
Значение функции в новой базисной точке $f(2,8,-4) = 25$

Исследующий поиск вокруг этой временной базисной точки неудачен поэтому
возвращаемся к старой базисной точке
Исследующий поиск

Временная базисная точка (4,-2,3)

Новая базисная точка: (2,5,-2)

Значение функции в временной базисной точке $f(4,-2,3) = 1$

Значение функции в новой базисной точке $f(2,5,-2) = 0$

Поиск по образцу

Временная базисная точка (2,5,0)

Итерация номер: 6

Исследующий поиск

Временная базисная точка (4,-2,3)

Исследующий поиск был удачный

Новая базисная точка: (2,5,-1)

Значение функции в временной базисной точке $f(4,-2,3) = 16$

Значение функции в новой базисной точке $f(2,5,-1) = 1$

Исследующий поиск вокруг этой временной базисной точки неудачен поэтому возвращаемся к старой базисной точке

Исследующий поиск

Временная базисная точка (4,-2,3)

Новая базисная точка: (2,5,-2)

Значение функции в временной базисной точке $f(4,-2,3) = 0$

Значение функции в новой базисной точке $f(2,5,-2) = 0$

Минимум функции: [2,5,-2]

Приложение 1

```
const math = require('mathjs');
const parser = math.parser();

class Huk {
  input_data = {
    // //sqrt((x-y)^2+(x^2+2-y-5)^2)
    // //8x^2+4*x*y+5*y^2
    // //(x1-2)^2+(x2-5)^2+(x3+2)^4
    // function: "(x1-2)^2+(x2-5)^2+(x3+2)^4",
    // alpha: 2,
    // betta: 2,
    // eps: 0.0001,
    // //1,1,1
    // h: [1,1,1],
    // //4,-2,3
    // x0: [4,-2,3],
    // type_func: "f(x1,x2,x3)",
    // epsilant: 0.1,
  }

  resES = [
    {
      flag: 1,
    }
  ];
  export_data = {}

  valueFunc(x) {
    try {
      let arg = "f(" + x.join(",") + ")";
      parser.evaluate("f"+this.input_data.type_func + '=' + this.input_data.function)
      return (parser.evaluate(arg))
    } catch (e) {
      throw "Проверьте корректность введенных данных ( "+e+" )";
      console.log(e);
    }
  }

  reduceH(h) {
    let flag = 0, i;
    for (i = 0; i < h.length; i++) {
      if (h[i] > this.input_data.epsilant) {
        h[i] /= this.input_data.alpha;
        flag = 1;
      }
    }
    return {
      flag: flag,
      h: h,
    };
  }

  exploratory_search(x0, h) {
    let time_base_point = x0.slice(0), i, new_base_point, j, flag = 1, z_tbp, z_x0;
    let new_h = {}
    for (j = 0; flag === 1; j++) {
      console.log("h= " + h);
    }
  }
}
```



```

        time_base_point: this.input_data.x0,
        f_NBP: 0,
        f_TBP: 0,
        new_base_point: this.input_data.x0,
    },
    SO: {
        new_base_point: this.input_data.x0,
        f_NBP: 0,
        f_TBP: 0,
        time_base_point: this.input_data.x0,
    },
}
]
}
this.input_data = req;
this.export_data.request_params[0].initial_data.function = req.function;
this.export_data.request_params[0].initial_data.x0 = req.x0;
this.export_data.request_params[0].initial_data.h = req.h;
this.export_data.request_params[0].initial_data.alpha = req.alpha;
this.export_data.request_params[0].initial_data.betta = req.betta;
this.export_data.request_params[0].initial_data.epsilon = req.epsilon;
this.resES[0].time_base_point = this.input_data.x0;
this.resES[0].new_base_point = this.input_data.x0;
let flag = 0;
console.log(" H = " + this.input_data.h + ", Альфа = " + this.input_data.alpha + ", Бетта = " +
this.input_data.betta);
console.log("Начальная базисная точка: " + this.input_data.x0);
console.log("Номер итерации " + 1);
this.export_data.request_params[1] = {
    iteration: 1,
    ES: {},
    SO: {},
};
this.resES[1] = this.exploratory_search(this.resES[0].time_base_point.slice(0),
this.input_data.h.slice(0));
this.export_data.request_params[1].ES.time_base_point = this.resES[0].time_base_point;
this.export_data.request_params[1].ES.new_base_point = this.resES[1].new_base_point;
this.export_data.request_params[1].ES.f_TBP = this.valueFunc(this.resES[0].time_base_point);
this.export_data.request_params[1].ES.f_NBP = this.valueFunc(this.resES[1].new_base_point);
console.log("Новая базисная точка: " + this.resES[1].new_base_point)
if (this.resES[0].flag === 0) {
    console.log("Минимум функции =" + this.resES[i].new_base_point);
    flag = 1;
}
for (let i = 2; flag === 0; i++) {
    this.resES[i] = {};
    this.export_data.request_params[i] = {
        iteration: i,
        ES: {},
        SO: {},
        msg: "",
        DES: {}
    };
    console.log("Поиск по образцу");
    this.resES[i].time_base_point = this.search_obr(this.resES[i - 1].new_base_point, this.resES[i -
2].new_base_point, this.input_data.betta);
    this.export_data.request_params[i - 1].SO.new_base_point = this.resES[1].new_base_point;
    this.export_data.request_params[i - 1].SO.time_base_point = this.resES[i].time_base_point;
    console.log("Временная базисная точка: " + this.resES[i].time_base_point)

    console.log("Номер итерации " + i);
    console.log("Исследующий поиск");

```



```

        console.log("F(" + this.resES[i].time_base_point + ") = " +
this.valueFunc(this.resES[i].time_base_point));
        this.resES[i] = this.exploratory_search(this.resES[i].time_base_point.slice(0),
this.input_data.h.slice(0));
        this.export_data.request_params[i].ES.time_base_point = this.resES[1].time_base_point;
        this.export_data.request_params[i].ES.new_base_point = this.resES[i].new_base_point;
        this.export_data.request_params[i].ES.f_TBP = this.valueFunc(this.resES[i].time_base_point);
        this.export_data.request_params[i].ES.f_NBP = this.valueFunc(this.resES[i].new_base_point);
        console.log("Новая базисная точка: " + this.resES[i].new_base_point)
        if (this.resES[i].flag === 0) {
            console.log("Минимум функции =" + this.resES[i].new_base_point);
            flag = 1;
            break;
        }
        if (this.valueFunc(this.resES[i].new_base_point) < this.valueFunc(this.resES[i - 1].new_base_point))
    {
        continue;
    } else {
        console.log(this.valueFunc(this.resES[i].new_base_point) + ">" + this.valueFunc(this.resES[i -
1].new_base_point))
        console.log("Исследующий поиск вокруг этой временной базисной точки неудачен поэтому
возвращаемся к старой базисной точке")
        this.export_data.request_params[i].msg = "Исследующий поиск вокруг этой временной
базисной точки неудачен поэтому возвращаемся к старой базисной точке";
        this.resES[i].time_base_point = this.resES[i - 1].new_base_point.slice(0);
        console.log("Исследующий поиск");
        console.log("F(" + this.resES[i].time_base_point + ") = " +
this.valueFunc(this.resES[i].time_base_point));
        this.resES[i] = this.exploratory_search(this.resES[i].time_base_point.slice(0),
this.input_data.h.slice(0));
        this.export_data.request_params[i].DES.time_base_point = this.resES[1].time_base_point;
        this.export_data.request_params[i].DES.new_base_point = this.resES[i].new_base_point;
        this.export_data.request_params[i].DES.f_TBP = this.valueFunc(this.resES[i].time_base_point);
        this.export_data.request_params[i].DES.f_NBP = this.valueFunc(this.resES[i].new_base_point);
        console.log("Новая базисная точка: " + this.resES[i].new_base_point)
        if (this.resES[i].flag === 0) {
            console.log("Минимум функции =" + this.resES[i].new_base_point);
            flag = 1;
            break;
        }
    }
}
this.export_data.request_params.forEach(rp => {
    if (Object.keys(rp.SO).length === 0) {
        delete rp.SO
    }
})
return this.export_data;
}
catch (e){
    console.log(e)
    this.export_data.err=e;
    return this.export_data;
}
}
}

```

module.exports = Huk;

На рисунках 3 и 4 изображён пример нахождения минимума функции в программе MoDS (2 ЛР)

Методы оптимизации нулевого порядка

Данные Справка Выход

Оптимизация Исходные данные

Целевая функция (переменные: x1, x2 и т.д.)

$(x1-2)^2 + (x2-5)^2 + (x3+2)^4$

Параметры задачи

Размерность : 3 Точность : 0,001 Шаг : 1

Начальная точка

X1	X2	X3
4	-2	3

Дробная часть отделяется запятой

Рисунок 3 – Исходная функция

Методы оптимизации нулевого порядка

Данные Справка Выход

Оптимизация Исходные данные

Поиск минимума методом

- ☐ Нелдера - Мида
- ☒ Хука - Дживса
- ☐ Покоординатного спуска
- ☐ Сопряженных направлений (Пауэлла)
- ☐ Вращающихся координат (Розенброка)

Начать поиск минимума

Редактировать файл результата

Максимум итераций : 1000

Выбирайте метод оптимизации

Итерации поиска

Итерация № 37

Текущее приближение к X_{opt} :

x1_k= 2
x2_k= 5
x3_k= -2

Значение функции в X_k :
 $F(X_k)= 0$

Оптимум найден на итерации: 37

Точка оптимума X_{opt} :

x1_opt= 2
x2_opt= 5
x3_opt= -2

Значение функции в X_{opt} :
 $F(X_{opt})= 0$

Точность: 7,62939453125E-6
Длина шага: 7,62939453125E-6

Рисунок 4 – Результат выполнения