БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра программного обеспечения информационных технологий

Факультет КСиС

Специальность ПОИТ

Лабораторная работа №4

по дисциплине «Методы оптимизации»

на тему «Нелинейная оптимизация»

Выполнила:

Шабалтас А.Ю.

группа 751005

Проверила:

Петюкевич Н. С.

Минск 2019

**Вариант 25**

**Цели работы**:

Изучить методы поиска минимума одномерных унимодальных функций.

**Задание 1**

**Исходные данные**

Отрезок [0;8]

f(x) = x2 – 3x + 7

**Результаты выполнения работы**

***Метод пассивного поиска***

* *N = 16. e = 0,1.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод пассивного поиска | | | |
| Отрезок = [ | 0 | 8 | ] |
|  | N = | 16 |  |
|  | e = | 0.1 |  |
|  | | | |
| j | № | x | f(x) |
| 1 | 1 | 0.84 | 5.19 |
| 1 | 2 | 0.94 | 5.06 |
| 2 | 3 | 1.73 | 4.80 |
| 2 | 4 | 1.83 | 4.86 |
| 3 | 5 | 2.62 | 6.00 |
| 3 | 6 | 2.72 | 6.23 |
| 4 | 7 | 3.51 | 8.77 |
| 4 | 8 | 3.61 | 9.18 |
| 5 | 9 | 4.39 | 13.13 |
| 5 | 10 | 4.49 | 13.72 |
| 6 | 11 | 5.28 | 19.06 |
| 6 | 12 | 5.38 | 19.83 |
| 7 | 13 | 6.17 | 26.58 |
| 7 | 14 | 6.27 | 27.52 |
| 8 | 15 | 7.06 | 35.68 |
| 8 | 16 | 7.16 | 36.80 |
|  | | | |
| **∆16 = [x2;x4] = [0,94;1,83]** | | | |
| **x\* ≌ x3 = 1,73** | | | |
| **f\* ≌ f3 = 4,80** | | | |

* *N = 17*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод пассивного поиска | | | |
| Отрезок = [ | 0 | 8 | ] |
|  | N = | 17 |  |
|  | e = | 0.1 |  |
|  | | | |
|  | № | x | f(x) |
|  | 1 | 0.44 | 5.86 |
|  | 2 | 0.89 | 5.12 |
|  | 3 | 1.33 | 4.78 |
|  | 4 | 1.78 | 4.83 |
|  | 5 | 2.22 | 5.27 |
|  | 6 | 2.67 | 6.11 |
|  | 7 | 3.11 | 7.35 |
|  | 8 | 3.56 | 8.98 |
|  | 9 | 4.00 | 11.00 |
|  | 10 | 4.44 | 13.42 |
|  | 11 | 4.89 | 16.23 |
|  | 12 | 5.33 | 19.44 |
|  | 13 | 5.78 | 23.05 |
|  | 14 | 6.22 | 27.05 |
|  | 15 | 6.67 | 31.44 |
|  | 16 | 7.11 | 36.23 |
|  | 17 | 7.56 | 41.42 |
|  | | | |
| **∆17 = [x2;x4] = [0,89;1,78]** | | | |
| **x\* ≌ x3 = 1,33** | | | |
| **f\* ≌ f3 = 4,78** | | | |

***Метод дихотомии***

*N = 16. e =0,1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| j | x1\_(j) | x2\_(j) | f1\_(j) | знак | f2\_(j) | a\_(j) | b\_(j) |
| 0 | ----- | ----- | ----- |  | ----- | 0 | 8 |
| 1 | 3.950 | 4.050 | 10.753 | < | 11.253 | 0.000 | 4 |
| 2 | 1.975 | 2.075 | 4.976 | < | 5.081 | 0.000 | 2.075 |
| 3 | 0.988 | 1.088 | 5.013 | > | 4.920 | 0.988 | 2.075 |
| 4 | 1.481 | 1.581 | 4.750 | < | 4.757 | 0.988 | 1.581 |
| 5 | 1.234 | 1.334 | 4.821 | > | 4.777 | 1.234 | 1.581 |
| 6 | 1.358 | 1.458 | 4.770 | > | 4.752 | 1.358 | 1.581 |
| 7 | 1.420 | 1.520 | 4.756 | > | 4.750 | 1.420 | 1.581 |

Точка минимума локализована на отрезке ∆16 = [1,420; 1,581]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| На данном отрезке исследованы 5 точек: | | | |
| a7 = | 1.420 | ⟶f(a7) = | 4.756 |
| b7 = | 1.581 | ⟶f(b7) = | 4.757 |
| x1(4) = | 1.481 | ⟶f(x1(4)) = | 4.750 |
| x2(6) = | 1.458 | ⟶f(x2(6)) = | 4.752 |
| x2(7) = | 1.520 | ⟶f(x2(7)) = | 4.750 |

x\* ≌ x1(4) = 1,481

f\* ≌ f(x1(4)) = 4,750

***Метод Фибоначчи***

*N = 16*

Найденное е = 0,003.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод Фибоначчи | | | | | | | | | | |
|  |  | Отрезок = [ | | 0 | 8 | ] |  |  |  |
|  |  |  |  | N = | 16 |  |  |  |  |
|  |  |  |  | e = | 0.003 |  |  |  |  |
|  | | | | | | | | | | |
| j | x1\_(j) | x2\_(j) | f1\_(j) | знак | f2\_(j) | a\_(j) | b\_(j) | Fk | |
| 0 | ----- | ----- | ----- |  | ----- | 0 | 8 | 2584 | F17 |
| 1 | 3.056 | 4.944 | 7.170 | < | 16.613 | 0.000 | 4.944 | 1597 | F16 |
| 2 | 1.889 | 3.056 | 4.901 | < | 7.170 | 0.000 | 3.056 | 987 | F15 |
| 3 | 1.167 | 1.889 | 4.861 | < | 4.901 | 0.000 | 1.889 | 610 | F14 |
| 4 | 0.721 | 1.167 | 5.356 | > | 4.861 | 0.721 | 1.889 | 377 | F13 |
| 5 | 1.167 | 1.443 | 4.861 | > | 4.753 | 1.167 | 1.889 | 233 | F12 |
| 6 | 1.443 | 1.613 | 4.753 | < | 4.763 | 1.167 | 1.613 | 144 | F11 |
| 7 | 1.337 | 1.443 | 4.776 | > | 4.753 | 1.337 | 1.613 | 89 | F10 |
| 8 | 1.443 | 1.508 | 4.753 | > | 4.75006 | 1.443 | 1.613 | 55 | F9 |
| 9 | 1.508 | 1.548 | 4.75006 | < | 4.75230 | 1.443 | 1.548 | 34 | F8 |
| 10 | 1.483 | 1.508 | 4.75029 | > | 4.75006 | 1.483 | 1.548 | 21 | F7 |
| 11 | 1.508 | 1.523 | 4.75006 | < | 4.75054 | 1.483 | 1.523 | 13 | F6 |
| 12 | 1.498 | 1.508 | 4.75000 | < | 4.75006 | 1.483 | 1.508 | 8 | F5 |
| 13 | 1.492 | 1.498 | 4.75006 | > | 4.75000 | 1.492 | 1.508 | 5 | F4 |
| 14 | 1.498 | 1.502 | 4.75000 | < | 4.75000 | 1.492 | 1.502 | 3 | F3 |
| 15 | 1.495 | 1.498 | 4.75002 | > | 4.75000 | 1.495 | 1.502 | 2 | F2 |
|  | | | | | | | | 1 | F1 | |
| 1 | F0 | |
|  | | | | | | | | | | |
| **∆16 = [1,495;1,502]** | | | | | | | | | | |
| **x\* ≌ x2(15) = 1,498** | | | | | | | | | | |
| **f\* ≌ f(x2(15)) = 4,750** | | | | | | | | | | |

***Метод золотого сечения***

*N = 16*

*Ф1 = 0,382*

*Ф2 = 0,618*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод золотого сечения | | | | | | | |
|  |  | Отрезок = [ | | 0 | 8 | ] |  |
| Ф1 = | 0.382 |  |  | N = | 16 |  |  |
| Ф2 = | 0.618 |  |  |  |  |  |  |
|  | | | | | | | |
| j | x1\_(j) | x2\_(j) | f1\_(j) | знак | f2\_(j) | a\_(j) | b\_(j) |
| 0 | ----- | ----- | ----- |  | ----- | 0 | 8 |
| 1 | 3.056 | 4.944 | 7.171 | < | 16.611 | 0.000 | 4.944 |
| 2 | 1.889 | 3.056 | 4.901 | < | 7.171 | 0.000 | 3.056 |
| 3 | 1.167 | 1.889 | 4.861 | < | 4.901 | 0.000 | 1.889 |
| 4 | 0.721 | 1.167 | 5.356 | > | 4.861 | 0.721 | 1.889 |
| 5 | 1.167 | 1.443 | 4.861 | > | 4.753 | 1.167 | 1.889 |
| 6 | 1.443 | 1.613 | 4.753 | < | 4.763 | 1.167 | 1.613 |
| 7 | 1.338 | 1.443 | 4.776 | > | 4.753 | 1.338 | 1.613 |
| 8 | 1.443 | 1.508 | 4.753 | > | 4.750 | 1.443 | 1.613 |
| 9 | 1.508 | 1.548 | 4.750 | < | 4.752 | 1.443 | 1.548 |
| 10 | 1.483 | 1.508 | 4.750 | > | 4.750 | 1.483 | 1.548 |
| 11 | 1.508 | 1.523 | 4.750 | < | 4.751 | 1.483 | 1.523 |
| 12 | 1.498 | 1.508 | 4.750 | < | 4.750 | 1.483 | 1.508 |
| 13 | 1.492 | 1.498 | 4.750 | > | 4.750 | 1.492 | 1.508 |
| 14 | 1.498 | 1.502 | 4.750 | < | 4.750 | 1.492 | 1.502 |
| 15 | 1.496 | 1.498 | 4.750 | > | 4.750 | 1.496 | 1.502 |
|  | | | | | | | |
| **∆16 = [1,496;1,502]** | | | | | | | |
| **x\* ≌ x2(15) = 1,498** | | | | | | | |
| **f\* ≌ f(x2(15)) = 4,750** | | | | | | | |

**Задание 2**

**Исходные данные**

|  |  |
| --- | --- |
| Vi | потребности |
| Ki | издержки заказывания |
| Si | издержки содержания |
| fi | расход складской площади на единицу товара |
| F | величина складской площади торгового зала |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| F |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6000 | Vi | 1350 | 1210 | 1150 | 1300 | 890 |
| Ki | 70 | 65 | 80 | 77 | 93 |
| Si | 11 | 9 | 3 | 7 | 6 |
| fi | 8 | 9 | 4 | 6 | 7 |

**Результаты выполнения работы**

Находим столбец qi0

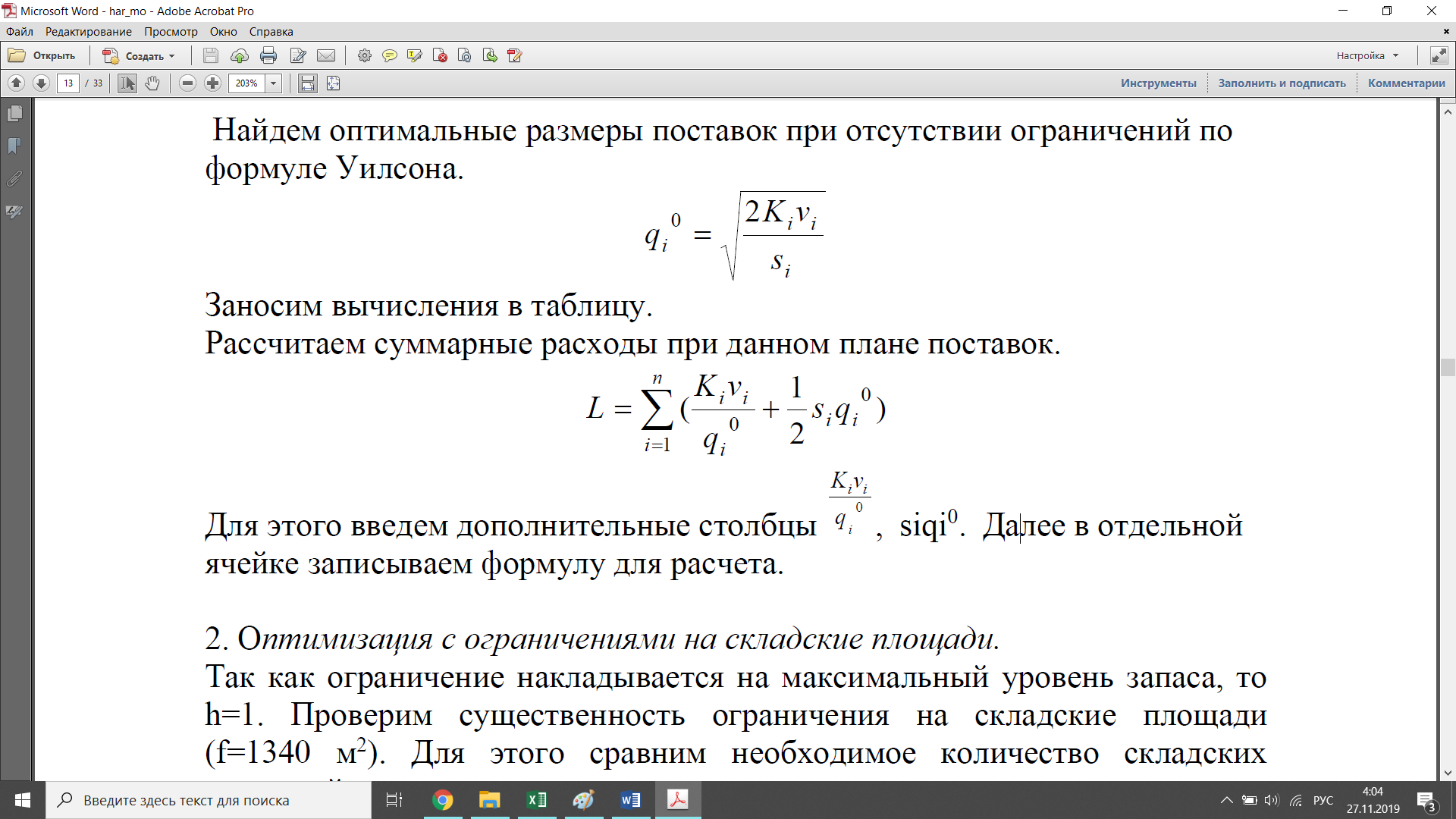
*qi* 0 

2Kivi

si

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Оптимизация без ограничений на складские площади** | | | | | | | | |
|
| i | Vi | Ki | Si | fi | qi0 | Ki\*Vi / qi0 | Si\*qi0 | fi\*qi0 |
| 1 | 1350 | 70 | 11 | 8 | 131.08 | 720.94 | 1441.87 | 1048.64 |
| 2 | 1210 | 65 | 9 | 9 | 132.20 | 594.92 | 1189.83 | 1189.83 |
| 3 | 1150 | 80 | 3 | 4 | 247.66 | 371.48 | 742.97 | 990.62 |
| 4 | 1300 | 77 | 7 | 6 | 169.12 | 591.90 | 1183.81 | 1014.69 |
| 5 | 890 | 93 | 6 | 7 | 166.10 | 498.31 | 996.61 | 1162.72 |
| L = | 5555.094 |  | | | Сумма | 2777.55 | 5555.09 | 5406.50 |

Для того, чтобы найти L, вычисляем вспомогательные столбцы (синие).



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Оптимизация с ограничениями на складские площади** | | | | | | | | |
|
| |  | | --- | |  | | | |  |  |  |  | Ограничения не являются сущетсвенными | |  |
| 5406.50 | > | 6000 |  |  |
|  |  |  |  |  |
| i | Vi | Ki | Si | fi | qi0 | Ki\*Vi / qi0 | Si\*qi0 | fi\*qi0 |
| 1 | 1350 | 70 | 11 | 8 | 131.08 | 720.94 | 1441.87 | 1048.63 |
| 2 | 1210 | 65 | 9 | 9 | 132.20 | 594.92 | 1189.83 | 1189.83 |
| 3 | 1150 | 80 | 3 | 4 | 247.66 | 371.48 | 742.97 | 990.62 |
| 4 | 1300 | 77 | 7 | 6 | 169.12 | 591.90 | 1183.81 | 1014.69 |
| 5 | 890 | 93 | 6 | 7 | 166.10 | 498.31 | 996.61 | 1162.72 |
| L = | 5555.094 |  | | | Сумма | 2777.55 | 5555.09 | 5406.50 |

Из результатов очевидно отсутсвии влияния ограниченися на оптимизаци.

**Метод Гаусса-Зейделя**

1. **package** by.mo.bsuir;
3. **import** java.util.function.Function;
5. **public** **class** Main {
7. **public** **static** **void** main(String[] args) {
8. *// write your code here*
9. Resolver resolver = **new** Resolver();
10. Function<**double**[], Double> func25 = x ->
11. 1350 \* 70 / x[0] + 1210 \* 65 / x[1] + 1150 \* 80 / x[2] + 1300 \* 77 / x[3] + 890 \* 93 / x[4]
12. + 0.5\*(11 \* x[0] + 9 \* x[1] + 3 \* x[2] + 7 \* x[3] + 6 \* x[4]);
13. Function<**double**[], Double> func28 = x ->
14. 3500/x[0]+ 7.5\*x[0] + 1000/x[1] + 2\*x[1] + 10000/x[2]+ 5\*x[2] + 450/x[3] + x[3] + 3200/x[4] + 10\*x[4];
16. **double**[] result = resolver.CoordinateDescent(func25, **new** **double**[]{1, 1, 1, 1, 1}, 20);
17. System.out.println("Result L = " + func25.apply(result));
18. **for** (**double** v : result) {
19. System.out.println(v);
20. }
21. System.out.println("took " + (resolver.getNumberOfIterations() + 1) + " iterations");
23. }
24. }

27. **package** by.mo.bsuir;
29. **import** java.util.Arrays;
30. **import** java.util.function.Function;
32. **import** static java.lang.Math.sqrt;
34. **public** **class** Resolver {
36. **private** **static** **final** **double** EPSILA = 0.0000001d;
38. **private** **int** numberOfIterations;
40. **public** **int** getNumberOfIterations() { **return** **this**.numberOfIterations; }
42. **public** **double**[] CoordinateDescent(Function<**double**[], Double> func, **double**[] initArgs, **int** maxNumberOfIterations) {
43. **if** (func == **null** || initArgs == **null** || initArgs.length == 0 || maxNumberOfIterations < 1)
44. **throw** **new** IllegalArgumentException();
45. **double**[]  oldArgs;
46. **int** size = initArgs.length;
47. **for** (numberOfIterations = 0; numberOfIterations < maxNumberOfIterations; numberOfIterations++) {
48. System.out.println("Iteration " + (numberOfIterations+1));
49. oldArgs = Arrays.copyOf(initArgs, 5);
50. **for** (**int** i = 0; i < size; i++) {
51. optimize(initArgs, func, i, 100, 300, 50);
52. **for** (**int** j = 0; j < size; j++) {
53. System.out.println("q[" + (j + 1) + "] = " + initArgs[j]);
54. }
55. System.out.println("L = " + func.apply(initArgs) + "**\n**");
56. }
58. **double** s = 0;
59. **for** (**int** j = 0; j < size; j++) {
60. s += (oldArgs[j] - initArgs[j])\*(oldArgs[j] - initArgs[j]);
61. }
62. **if** (sqrt(s) < EPSILA || Math.abs(func.apply(initArgs) - func.apply(oldArgs)) < EPSILA)
63. **return** initArgs;
64. }
65. **return** initArgs;
66. }
68. **private** **void** optimize(**double**[] x, Function<**double**[], Double> func, **int** p, **double** a, **double** b, **int** n) {
69. **int** i;
70. **double** s1;
71. **double** s2;
72. **double** u1;
73. **double** u2;
74. **double** fu1;
75. **double** fu2;
77. s1 = (3 - sqrt(5d)) / 2;
78. s2 = (sqrt(5d) - 1) / 2;
79. u1 = a + s1 \* (b - a);
80. u2 = a + s2 \* (b - a);
81. x[p] = u1;
82. fu1 = func.apply(x);
83. x[p] = u2;
84. fu2 = func.apply(x);
86. **for** (i = 1; i <= n; i++)
87. {
88. **if** (fu1 <= fu2)
89. {
90. b = u2;
91. u2 = u1;
92. fu2 = fu1;
93. u1 = a + s1 \* (b - a);
94. x[p] = u1;
95. fu1 = func.apply(x);
96. }
97. **else**
98. {
99. a = u1;
100. u1 = u2;
101. fu1 = fu2;
102. u2 = a + s2 \* (b - a);
103. x[p] = u2;
104. fu2 = func.apply(x);
105. }
106. }
107. x[p] = u1;
108. fu1 = func.apply(x);
109. x[p] = u2;
110. fu2 = func.apply(x);
112. **if** (fu1 < fu2)
113. x[p] = u1;
114. **else**
115. x[p] = u2;
116. }
117. }

Целевая ф-ция:   
L(x\*) =  1350 \* 70 / x[0] + 1210 \* 65 / x[1] + 1150 \* 80 / x[2] + 1300 \* 77 / x[3] + 890 \* 93 / x[4]

**Вывод**: в ходе выполнения данной лабораторной работы были изучены методы поиска минимума одномерных унимодальных функций.