# Лабораторная работа № 1

**по дисциплине «Методы оптимизации»**

## на тему «МЕТОДЫ ОДНОМЕРНОГО ПОИСКА»

|  |  |
| --- | --- |
| Факультет: | ПМИ |
| Группа: | ПМ-43 |
| Студенты: | Иост А.В.  Мошкина А.Д. |
| Преподаватели: | Чимитова Е.В  Карманов В.С. |

**1. Цель работы**

Ознакомиться с методами одномерного поиска, используемыми в многомерных методах минимизации функций *n* переменных. Сравнить различные алгоритмы по эффективности на тестовых примерах.

**2. Задания**

* Реализовать методы дихотомии, золотого сечения и Фибоначчи, исследовать их сходимость и провести сравнение по числу вычислений функции для достижения заданной точности. Построить график зависимости количества вычислений минимизируемой функции от логарифма задаваемой точности .
* Реализовать алгоритм поиска интервала, содержащего минимум функции.

Минимизируемая функция:.

**3. Таблицы и графики**

|  |  |
| --- | --- |
| eps=0,01 |  |

Метод дихотомии

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,4995 | 1 | 0,5005 | 0 |
| 2 | 0,4995 | 0,75025 | 0,25075 | 1,996011964 |
| 3 | 0,624375 | 0,75025 | 0,125875 | 1,992055611 |
| 4 | 0,624375 | 0,6878125 | 0,0634375 | 1,984236453 |
| 5 | 0,624375 | 0,65659375 | 0,03221875 | 1,968962173 |
| 6 | 0,624375 | 0,64098438 | 0,01660938 | 1,939793039 |
| 7 | 0,624375 | 0,63317969 | 0,00880469 | 1,886424135 |
| xmin | 0,624375 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 0,005586 |  |  |  |
| k | 15 |  |  |  |

Метод золотого сечения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,38196601 | 1 | 0,61803399 | 0 |
| 2 | 0,38196601 | 0,76393202 | 0,38196601 | 1,618033988 |
| 3 | 0,52786404 | 0,76393202 | 0,23606798 | 1,618033988 |
| 4 | 0,52786404 | 0,67376208 | 0,14589803 | 1,618033988 |
| 5 | 0,58359213 | 0,67376208 | 0,09016994 | 1,618033988 |
| 6 | 0,61803399 | 0,67376208 | 0,05572809 | 1,618033999 |
| 7 | 0,61803399 | 0,65247584 | 0,03444185 | 1,618033988 |
| 8 | 0,61803399 | 0,63932022 | 0,02128624 | 1,618034004 |
| 9 | 0,62616461 | 0,63932022 | 0,01315562 | 1,618033988 |
| 10 | 0,62616461 | 0,63429523 | 0,00813062 | 1,618033988 |
| xmin | 0,62616461 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 3,80E-03 |  |  |  |
| k | 13 |  |  |  |

Метод Фибоначчи

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,38194444 | 1 | 0,61805556 | 0 |
| 2 | 0,38194444 | 0,76393711 | 0,38199267 | 1,617977528 |
| 3 | 0,52787423 | 0,76393711 | 0,23606289 | 1,618181818 |
| 4 | 0,52787423 | 0,67380401 | 0,14592978 | 1,617647059 |
| 5 | 0,58367091 | 0,67380401 | 0,0901331 | 1,619047619 |
| 6 | 0,61805556 | 0,67380401 | 0,05574846 | 1,616782007 |
| 7 | 0,61805556 | 0,6523623 | 0,03430674 | 1,625 |
| 8 | 0,61805556 | 0,63946759 | 0,02141204 | 1,602217602 |
| xmin | 0,61805556 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 0,01190544 |  |  |  |
| k | 11 |  |  |  |

|  |
| --- |
| eps=0,001 |

Метод дихотомии

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,4995 | 1 | 0,5005 | 0 |
| 2 | 0,4995 | 0,75025 | 0,25075 | 1,996011964 |
| 3 | 0,624375 | 0,75025 | 0,125875 | 1,992055611 |
| 4 | 0,624375 | 0,6878125 | 0,0634375 | 1,984236453 |
| 5 | 0,624375 | 0,65659375 | 0,03221875 | 1,968962173 |
| 6 | 0,624375 | 0,64098438 | 0,01660938 | 1,939793039 |
| 7 | 0,624375 | 0,63317969 | 0,00880469 | 1,886424135 |
| xmin | 0,624375 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 0,005586 |  |  |  |
| k | 15 |  |  |  |

Метод золотого сечения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,381966011 | 1 | 0,618033989 | 0 |
| 2 | 0,381966011 | 0,763932023 | 0,381966012 | 1,618033988 |
| 3 | 0,527864045 | 0,763932023 | 0,236067978 | 1,618033988 |
| 4 | 0,527864045 | 0,673762079 | 0,145898034 | 1,618033988 |
| 5 | 0,583592135 | 0,673762079 | 0,090169944 | 1,618033988 |
| 6 | 0,618033989 | 0,673762079 | 0,05572809 | 1,618033999 |
| 7 | 0,618033989 | 0,652475843 | 0,034441854 | 1,618033988 |
| 8 | 0,618033989 | 0,639320225 | 0,021286236 | 1,618034004 |
| 9 | 0,626164608 | 0,639320225 | 0,013155617 | 1,618033988 |
| 10 | 0,626164608 | 0,634295226 | 0,008130619 | 1,618033988 |
| 11 | 0,626164608 | 0,631189606 | 0,005024999 | 1,61803395 |
| 12 | 0,628083986 | 0,631189606 | 0,00310562 | 1,618033988 |
| 13 | 0,629270228 | 0,631189606 | 0,001919379 | 1,618033926 |
| 14 | 0,629270228 | 0,630456469 | 0,001186241 | 1,618033988 |
| 15 | 0,629723331 | 0,630456469 | 0,000733137 | 1,618033988 |
| xmin | 0,629723331 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 0,000237669 |  |  |  |
| k | 18 |  |  |  |

Метод Фибоначчи

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,381966187 | 1 | 0,618033813 | 0 |
| 2 | 0,381966187 | 0,763931981 | 0,381965795 | 1,618034448 |
| 3 | 0,527863962 | 0,763931981 | 0,236068019 | 1,618032787 |
| 4 | 0,527863962 | 0,673761738 | 0,145897776 | 1,618037135 |
| 5 | 0,583591495 | 0,673761738 | 0,090170243 | 1,618025751 |
| 6 | 0,618033813 | 0,673761738 | 0,055727924 | 1,618044171 |
| 7 | 0,618033813 | 0,652476767 | 0,034442953 | 1,617977528 |
| 8 | 0,618033813 | 0,639319027 | 0,021285213 | 1,618163395 |
| 9 | 0,626160895 | 0,639319027 | 0,013158132 | 1,617647059 |
| 10 | 0,626160895 | 0,634287976 | 0,008127082 | 1,619047619 |
| 11 | 0,626160895 | 0,631191796 | 0,005030901 | 1,615432717 |
| 12 | 0,628095857 | 0,631191796 | 0,003095939 | 1,625 |
| 13 | 0,629256926 | 0,631191796 | 0,00193487 | 1,600076234 |
| xmin | 0,629256926 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 0,000704074 |  |  |  |
| k | 16 |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| eps=0,00001 |  |

Метод дихотомии

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,4999995 | 1 | 0,5000005 | 0 |
| 2 | 0,4999995 | 0,75000025 | 0,25000075 | 1,999996 |
| 3 | 0,624999375 | 0,75000025 | 0,125000875 | 1,999992 |
| 4 | 0,624999375 | 0,687500313 | 0,062500938 | 1,999984 |
| 5 | 0,624999375 | 0,656250344 | 0,031250969 | 1,999968001 |
| 6 | 0,624999375 | 0,640625359 | 0,015625984 | 1,999936004 |
| 7 | 0,624999375 | 0,632812867 | 0,007813492 | 1,999872016 |
| 8 | 0,628905621 | 0,632812867 | 0,003907246 | 1,999744065 |
| 9 | 0,628905621 | 0,630859744 | 0,001954123 | 1,999488261 |
| 10 | 0,629882183 | 0,630859744 | 0,000977562 | 1,998977046 |
| 11 | 0,629882183 | 0,630371463 | 0,000489281 | 1,997956184 |
| 12 | 0,629882183 | 0,630127323 | 0,00024514 | 1,995920705 |
| 13 | 0,629882183 | 0,630005253 | 0,00012307 | 1,991874556 |
| 14 | 0,629943218 | 0,630005253 | 6,20351E-05 | 1,983880092 |
| 15 | 0,629943218 | 0,629974735 | 3,15175E-05 | 1,968271643 |
| 16 | 0,629958476 | 0,629974735 | 1,62588E-05 | 1,938494747 |
| 17 | 0,629958476 | 0,629967106 | 8,62939E-06 | 1,884116912 |
| xmin | 0,629958476 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 2,52351E-06 |  |  |  |
| k | 35 |  |  |  |

Метод золотого сечения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,381966011 | 1 | 0,618033989 | 0 |
| 2 | 0,381966011 | 0,763932023 | 0,381966012 | 1,618033988 |
| 3 | 0,527864045 | 0,763932023 | 0,236067978 | 1,618033988 |
| 4 | 0,527864045 | 0,673762079 | 0,145898034 | 1,618033988 |
| 5 | 0,583592135 | 0,673762079 | 0,090169944 | 1,618033988 |
| 6 | 0,618033989 | 0,673762079 | 0,05572809 | 1,618033999 |
| 7 | 0,618033989 | 0,652475843 | 0,034441854 | 1,618033988 |
| 8 | 0,618033989 | 0,639320225 | 0,021286236 | 1,618034004 |
| 9 | 0,626164608 | 0,639320225 | 0,013155617 | 1,618033988 |
| 10 | 0,626164608 | 0,634295226 | 0,008130619 | 1,618033988 |
| 11 | 0,626164608 | 0,631189606 | 0,005024999 | 1,61803395 |
| 12 | 0,628083986 | 0,631189606 | 0,00310562 | 1,618033988 |
| 13 | 0,629270228 | 0,631189606 | 0,001919379 | 1,618033926 |
| 14 | 0,629270228 | 0,630456469 | 0,001186241 | 1,618033988 |
| 15 | 0,629723331 | 0,630456469 | 0,000733137 | 1,618033988 |
| 16 | 0,629723331 | 0,630176435 | 0,000453104 | 1,618033988 |
| 17 | 0,629896402 | 0,630176435 | 0,000280034 | 1,618033988 |
| 18 | 0,629896402 | 0,630069472 | 0,00017307 | 1,618033988 |
| 19 | 0,629896402 | 0,630003365 | 0,000106963 | 1,618033279 |
| 20 | 0,629937258 | 0,630003365 | 6,6107E-05 | 1,618033988 |
| 21 | 0,629937258 | 0,629978115 | 4,08564E-05 | 1,618033988 |
| 22 | 0,629952864 | 0,629978115 | 2,52506E-05 | 1,618033988 |
| 23 | 0,629952864 | 0,62996847 | 1,56057E-05 | 1,618033988 |
| 24 | 0,629952864 | 0,629962509 | 9,64485E-06 | 1,618038861 |
| xmin | 0,629952864 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 8,13612E-06 |  |  |  |
| k | 27 |  |  |  |

Метод Фибоначчи

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,381966011 | 1 | 0,618033989 | 0 |
| 2 | 0,381966011 | 0,763932023 | 0,381966011 | 1,618033989 |
| 3 | 0,527864045 | 0,763932023 | 0,236067977 | 1,618033989 |
| 4 | 0,527864045 | 0,673762079 | 0,145898034 | 1,618033988 |
| 5 | 0,583592135 | 0,673762079 | 0,090169944 | 1,61803399 |
| 6 | 0,618033989 | 0,673762079 | 0,05572809 | 1,618033987 |
| 7 | 0,618033989 | 0,652475842 | 0,034441854 | 1,618033999 |
| 8 | 0,618033989 | 0,639320225 | 0,021286236 | 1,618033966 |
| 9 | 0,626164608 | 0,639320225 | 0,013155617 | 1,618034056 |
| 10 | 0,626164608 | 0,634295228 | 0,008130619 | 1,618033813 |
| 11 | 0,626164608 | 0,631189606 | 0,005024998 | 1,618034439 |
| 12 | 0,628083984 | 0,631189606 | 0,003105622 | 1,618032787 |
| 13 | 0,62927023 | 0,631189606 | 0,001919376 | 1,618037122 |
| 14 | 0,62927023 | 0,630456475 | 0,001186246 | 1,618025751 |
| 15 | 0,629723345 | 0,630456475 | 0,00073313 | 1,618055556 |
| 16 | 0,629723345 | 0,63017646 | 0,000453115 | 1,617977528 |
| 17 | 0,629896445 | 0,63017646 | 0,000280015 | 1,618181818 |
| 18 | 0,629896445 | 0,630069546 | 0,0001731 | 1,617647059 |
| 19 | 0,629896445 | 0,63000336 | 0,000106915 | 1,619047469 |
| 20 | 0,629937175 | 0,63000336 | 6,61854E-05 | 1,615384615 |
| 21 | 0,629937175 | 0,629977904 | 4,07295E-05 | 1,625 |
| 22 | 0,629952448 | 0,629977904 | 2,54559E-05 | 1,6 |
| xmin | 0,629952448 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 8,55163E-06 |  |  |  |
| k | 25 |  |  |  |

|  |
| --- |
| eps=1E-6 |

Метод дихотомии

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,49999995 | 1 | 0,50000005 | 0 |
| 2 | 0,49999995 | 0,750000025 | 0,250000075 | 1,9999996 |
| 3 | 0,624999938 | 0,750000025 | 0,125000088 | 1,9999992 |
| 4 | 0,624999938 | 0,687500031 | 0,062500094 | 1,9999984 |
| 5 | 0,624999938 | 0,656250034 | 0,031250097 | 1,9999968 |
| 6 | 0,624999938 | 0,640625036 | 0,015625098 | 1,9999936 |
| 7 | 0,624999938 | 0,632812537 | 0,007812599 | 1,9999872 |
| 8 | 0,628906187 | 0,632812537 | 0,00390635 | 1,999974401 |
| 9 | 0,628906187 | 0,630859412 | 0,001953225 | 1,999948803 |
| 10 | 0,62988275 | 0,630859412 | 0,000976662 | 1,99989761 |
| 11 | 0,62988275 | 0,630371131 | 0,000488381 | 1,999795242 |
| 12 | 0,62988275 | 0,63012699 | 0,000244241 | 1,999590568 |
| 13 | 0,62988275 | 0,63000492 | 0,00012217 | 1,99918147 |
| 14 | 0,629943785 | 0,63000492 | 6,11352E-05 | 1,99836428 |
| 15 | 0,629943785 | 0,629974402 | 3,06176E-05 | 1,996733902 |
| 16 | 0,629959043 | 0,629974402 | 1,53588E-05 | 1,993489069 |
| 17 | 0,629959043 | 0,629966773 | 7,72939E-06 | 1,987062375 |
| 18 | 0,629959043 | 0,629962958 | 3,9147E-06 | 1,974455238 |
| 19 | 0,629959043 | 0,629961051 | 2,00735E-06 | 1,950183039 |
| 20 | 0,629959997 | 0,629961051 | 1,05367E-06 | 1,905094005 |
| 21 | 0,629960474 | 0,629961051 | 5,76837E-07 | 1,826640835 |
| xmin | 0,629960474 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 5,26039E-07 |  |  |  |
| k | 43 |  |  |  |

Метод золотого сечения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,381966011 | 1 | 0,618033989 | 0 |
| 2 | 0,381966011 | 0,763932023 | 0,381966012 | 1,618033988 |
| 3 | 0,527864045 | 0,763932023 | 0,236067978 | 1,618033988 |
| 4 | 0,527864045 | 0,673762079 | 0,145898034 | 1,618033988 |
| 5 | 0,583592135 | 0,673762079 | 0,090169944 | 1,618033988 |
| 6 | 0,618033989 | 0,673762079 | 0,05572809 | 1,618033999 |
| 7 | 0,618033989 | 0,652475843 | 0,034441854 | 1,618033988 |
| 8 | 0,618033989 | 0,639320225 | 0,021286236 | 1,618034004 |
| 9 | 0,626164608 | 0,639320225 | 0,013155617 | 1,618033988 |
| 10 | 0,626164608 | 0,634295226 | 0,008130619 | 1,618033988 |
| 11 | 0,626164608 | 0,631189606 | 0,005024999 | 1,61803395 |
| 12 | 0,628083986 | 0,631189606 | 0,00310562 | 1,618033988 |
| 13 | 0,629270228 | 0,631189606 | 0,001919379 | 1,618033926 |
| 14 | 0,629270228 | 0,630456469 | 0,001186241 | 1,618033988 |
| 15 | 0,629723331 | 0,630456469 | 0,000733137 | 1,618033988 |
| 16 | 0,629723331 | 0,630176435 | 0,000453104 | 1,618033988 |
| 17 | 0,629896402 | 0,630176435 | 0,000280034 | 1,618033988 |
| 18 | 0,629896402 | 0,630069472 | 0,00017307 | 1,618033988 |
| 19 | 0,629896402 | 0,630003365 | 0,000106963 | 1,618033279 |
| 20 | 0,629937258 | 0,630003365 | 6,6107E-05 | 1,618033988 |
| 21 | 0,629937258 | 0,629978115 | 4,08564E-05 | 1,618033988 |
| 22 | 0,629952864 | 0,629978115 | 2,52506E-05 | 1,618033988 |
| 23 | 0,629952864 | 0,62996847 | 1,56057E-05 | 1,618033988 |
| 24 | 0,629952864 | 0,629962509 | 9,64485E-06 | 1,618038861 |
| 25 | 0,629956548 | 0,629962509 | 5,96085E-06 | 1,618033988 |
| 26 | 0,629958825 | 0,629962509 | 3,68399E-06 | 1,618041871 |
| 27 | 0,629958825 | 0,629961102 | 2,27683E-06 | 1,618033988 |
| 28 | 0,629959694 | 0,629961102 | 1,40716E-06 | 1,618033988 |
| 29 | 0,629960232 | 0,629961102 | 8,69683E-07 | 1,618013354 |
| xmin | 0,629960232 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 7,68105E-07 |  |  |  |
| k | 32 |  |  |  |

Метод Фибоначчи

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | ak | bk | bk-ak | (b(k-1)-a(k-1))/(bk-ak) |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0,381966011 | 1 | 0,618033989 | 0 |
| 2 | 0,381966011 | 0,763932023 | 0,381966011 | 1,618033989 |
| 3 | 0,527864045 | 0,763932023 | 0,236067977 | 1,618033989 |
| 4 | 0,527864045 | 0,673762079 | 0,145898034 | 1,618033989 |
| 5 | 0,583592135 | 0,673762079 | 0,090169944 | 1,618033989 |
| 6 | 0,618033989 | 0,673762079 | 0,05572809 | 1,618033989 |
| 7 | 0,618033989 | 0,652475842 | 0,034441854 | 1,618033989 |
| 8 | 0,618033989 | 0,639320225 | 0,021286236 | 1,618033989 |
| 9 | 0,626164608 | 0,639320225 | 0,013155617 | 1,618033988 |
| 10 | 0,626164608 | 0,634295226 | 0,008130619 | 1,61803399 |
| 11 | 0,626164608 | 0,631189606 | 0,005024999 | 1,618033985 |
| 12 | 0,628083986 | 0,631189606 | 0,00310562 | 1,618033999 |
| 13 | 0,629270228 | 0,631189606 | 0,001919379 | 1,618033963 |
| 14 | 0,629270228 | 0,630456469 | 0,001186241 | 1,618034056 |
| 15 | 0,629723331 | 0,630456469 | 0,000733137 | 1,618033813 |
| 16 | 0,629723331 | 0,630176435 | 0,000453104 | 1,618034448 |
| 17 | 0,629896401 | 0,630176435 | 0,000280034 | 1,618032787 |
| 18 | 0,629896401 | 0,630069471 | 0,00017307 | 1,618037135 |
| 19 | 0,629896401 | 0,630003365 | 0,000106964 | 1,618025752 |
| 20 | 0,629937259 | 0,630003365 | 6,61063E-05 | 1,618055556 |
| 21 | 0,629937259 | 0,629978116 | 4,08574E-05 | 1,617977528 |
| 22 | 0,629952867 | 0,629978116 | 2,52489E-05 | 1,618181818 |
| 23 | 0,629952867 | 0,629968476 | 1,56084E-05 | 1,617647059 |
| 24 | 0,629952867 | 0,629962508 | 9,64051E-06 | 1,619047611 |
| 25 | 0,62995654 | 0,629962508 | 5,96793E-06 | 1,615384615 |
| 26 | 0,629958835 | 0,629962508 | 3,67257E-06 | 1,624999986 |
| 27 | 0,629958835 | 0,62996113 | 2,29536E-06 | 1,6 |
| xmin | 0,629958835 |  |  |  |
| x\* | 0,629961 |  |  |  |
| |x\*-xmin| | 2,16496E-06 |  |  |  |
| k | 30 |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ln(eps) | k1 | k2 | k3 |
| -4,605170186 | 15 | 13 | 11 |
| -6,907755279 | 15 | 18 | 16 |
| -11,51292546 | 35 | 27 | 25 |
| -1,38E+01 | 43 | 32 | 30 |

Поиск интервала, содержащего минимум функции

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x0 | 0 |  | x0 | 0 |  | x0 | 0 |
| delta | 0,1 |  | delta | 0,5 |  | delta | 1 |
| a | -0,3 |  | a | -1,5 |  | a | -3 |
| b | 0 |  | b | 0 |  | b | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| x0 | -4 |  | x0 | -4 |  | x0 | -4 |
| delta | 0,1 |  | delta | 0,5 |  | delta | 1 |
| a | -2,5 |  | a | -2,5 |  | a | -3 |
| b | 2,3 |  | b | 3,5 |  | b | 3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| x0 | 5 |  | x0 | 5 |  | x0 | 5 |
| delta | 0,1 |  | delta | 0,5 |  | delta | 1 |
| a | -7,7 |  | a | -2,5 |  | a | -2 |
| b | 1,9 |  | b | 3,5 |  | b | 4 |

**4.Текст разработанной программы**

**Lib.h**

////////////////////////////////////////////

//// Три метода поиска минимума ////////

//// функции на отрезке ////////

//// и метод поиска интервала ////////

//// содержащего минимум функции ////////

////////////////////////////////////////////

#define \_CRT\_SECURE\_NO\_WARNINGS

#pragma once

#include <stdio.h>

#include <locale.h>

#include <math.h>

#include <conio.h>

#include <vector>

#include <iostream>

namespace optimization

{

class Dihotomia

{

double x1, x2, f1, f2;

double a = 0., b = 1.;

int k = 0;

double eps = 1E-6;

public:

Dihotomia() {};

~Dihotomia() {};

double func(double x);

void Dih();

};

class Golden\_Section

{

double x1, x2, f1, f2;

double a = 0., b = 1.;

int k = 0;

double eps = 1E-6;

public:

Golden\_Section() {};

~Golden\_Section() {};

double func(double x);

void Gold();

};

class Fibonacci

{

double x1, x2, f1, f2;

double a = 0., b = 1.;

std::vector <double> F;

int k = 0;

double eps = 1E-6;

public:

Fibonacci(){};

~Fibonacci(){};

double func(double x);

void Fib();

};

class Algoritm

{

double x0, x1, x2, f1, f2;

double h;

int k = 0;

double eps = 1;

public:

Algoritm() {};

~Algoritm() {};

double func(double x);

void Alg();

};

}

**Lib.cpp**

#include "lib.h"

namespace optimization

{

///////////////////////////////////////////////////////

////////////// Дихотомия ///////////

///////////////////////////////////////////////////////

double Dihotomia::func(double x)

{

k++;

return (pow(x, 4) - x);

//return pow(x, 2);

}

void Dihotomia::Dih()

{

setlocale(LC\_ALL, "Russian");

FILE \*out = fopen("outputDih.txt", "w");

int i = 0;

double delta = eps\*0.1;

double razn = 0;

double otn;

fprintf(out, "Номер итерации | a | b | b-a | Отношение\n");

fprintf(out, "%15d %.15f %.15f %.15f %.15f\n", i, a, b, (b - a), razn);

while ((b - a) > eps)

{

x1 = (b + a - delta) / 2;

x2 = (b + a + delta) / 2;

f1 = func(x1);

f2 = func(x2);

if (f1 <= f2)

b = x2;

else a = x1;

i++;

otn = razn / (b - a);

razn = b - a;

fprintf(out, "%15d %.15f %.15f %.15f %.15f\n", i, a, b, (b - a), otn);

}

double min;

if (a < b)

min = a;

else min = b;

a = func(min);

fprintf(out, "Минимум = %.15f\nФункция = %.15f\nk=%d", min, a, k);

fclose(out);

}

///////////////////////////////////////////////////////

////////////// Золотое сечение ///////////

///////////////////////////////////////////////////////

double Golden\_Section::func(double x)

{

k++;

return (pow(x, 4) - x);

//return pow(x, 2);

}

void Golden\_Section::Gold()

{

setlocale(LC\_ALL, "Russian");

FILE \*out = fopen("outputGold.txt", "w");

int i = 0;

double razn = 0;

double otn;

fprintf(out, "Номер итерации | a | b | b-a | Отношение\n");

fprintf(out, "%15d %.15f %.15f %.15f %.15f\n", i, a, b, (b - a), razn);

while ((b - a) > eps)

{

x1 = a + 0.381966011\*(b - a);

x2 = b - 0.381966011\*(b - a);

f1 = func(x1);

f2 = func(x2);

if (f1 <= f2)

b = x2;

else a = x1;

i++;

otn = razn / (b - a);

razn = b - a;

fprintf(out, "%15d %.15f %.15f %.15f %.15f\n", i, a, b, (b - a), otn);

}

double min;

if (a < b)

min = a;

else min = b;

a = func(min);

fprintf(out, "Минимум = %.15f\nФункция = %.15f\nk=%d", min, a, k);

fclose(out);

}

///////////////////////////////////////////////////////

////////////// Фибоначчи ///////////

///////////////////////////////////////////////////////

double Fibonacci::func(double x)

{

k++;

return (pow(x, 4) - x);

//return -x/exp(x);

}

void Fibonacci::Fib()

{

setlocale(LC\_ALL, "Russian");

FILE \*out = fopen("outputFib.txt", "w");

int i = 0, n = 2;

double razn = 0;

double otn, Fn = 0;

F.push\_back(1);

F.push\_back(1);

fprintf(out, "Номер итерации | a | b | b-a | Отношение\n");

fprintf(out, "%15d %.15f %.15f %.15f %.15f\n", i, a, b, (b - a), razn);

//Найдем F(n+2), F(n) и F(n+1)

for (; ((b - a) / eps) > Fn; n++)

{

Fn = F[n-2] + F[n-1];

F.push\_back(Fn);

}

n = n - 3;

x1 = a + (F[n] / F[n + 2])\*(b - a);

x2 = a + (F[n + 1] / F[n + 2])\*(b - a);

f1 = func(x1);

f2 = func(x2);

//Ищем минимум

for (i = 1; i<n; i++)

{

if (f1 <= f2)

{

b = x2;

x2 = x1;

x1 = a + F[n - i + 1] \* (b - a) / F[n - i + 3];

f2 = f1;

f1 = func(x1);

}

else

{

a = x1;

x1 = x2;

x2 = a + F[n - i + 2] \* (b - a) / F[n - i + 3];

f1 = f2;

f2 = func(x2);

}

otn = razn / (b - a);

razn = b - a;

fprintf(out, "%15d %.15f %.15f %.15f %.15f\n", i, a, b, (b - a), otn);

}

double min;

if (a < b)

min = a;

else min = b;

a = func(min);

fprintf(out, "Минимум = %.15f\nФункция = %.15f\nk=%d", min, a, k);

fclose(out);

}

///////////////////////////////////////////////////////

////////////// Алгоритм ///////////

///////////////////////////////////////////////////////

double Algoritm::func(double x)

{

k++;

return x\*x;

//return (pow(x, 4) - x);

}

void Algoritm::Alg()

{

bool key = true;

setlocale(LC\_ALL, "Russian");

FILE \*out = fopen("outputAlg.txt", "a+b");

std::cout << "Введите начальную точку: ";

std::cin >> x0;

//Находим направление движения

f1 = func(x0);

f2 = func(x0 + eps);

if (f1 > f2)

{

x1 = x0 + eps;

h = eps;

}

else

{

x1 = x0 - eps;

h = -eps;

}

//Ищем интервал

while (key == true)

{

h += h;

x2 = x1 + h;

f1 = func(x1);

f2 = func(x2);

if (f1 > f2)

x1 = x2;

else

key = false;

}

std::cout << "Интервал с минимумом функции:\n";

if (h >= 0)

{

std::cout << "[ " << x1 - h / 2 << " ; " << x2 << " ]";

fprintf(out, "[%.15f ; %.15f ]\nk=%d\n", x1 - h / 2, x2, k);

}

else

{

std::cout << "[ " << x2 << " ; " << x1 - h / 2 << " ]";

fprintf(out, "[ %.15f ; %.15f ]\nk=%d\n", x2, x1 - h / 2);

}

fclose(out);

\_getch();

}

}

**Main.cpp**

#include "lib.h"

using namespace optimization;

using namespace std;

void main()

{

int key;

setlocale(LC\_ALL, "Russian");

cout << "1 - Найти минимум функции\n2 - найти интервал, содержащий минимум функции\n";

cin >> key;

if (key == 1)

{

Dihotomia A;

A.Dih();

Golden\_Section B;

B.Gold();

Fibonacci C;

C.Fib();

printf("Ваше повеление исполнено");

\_getch();

}

else

{

if (key == 2)

{

Algoritm D;

D.Alg();

}

else

{

cout << "Перезапустите программу и выберете 1 или 2";

\_getch();

}

}

}

**5. Выводы**

*1. Метод дихотомии:* интервал неопределенности за одну итерацию уменьшается почти в 2 раза.

*2. Метод золотое сечение:* интервал неопределенности за одну итерацию уменьшается примерно в 1,62 раза.

*3. Метод Фибоначчи:* как и в методе золотого сечения, интервал неопределенности за одну итерацию уменьшается почти в 1,62 раза.

*Из вышеперечисленного следует, что при использовании метода дихотомии для нахождения минимума функции, требуется меньшее количество итераций, чем при использовании методов золотого сечения или Фибоначчи. Это подтверждается результатами исследования.*

Однако при использовании метода дихотомии за одну итерацию значения функции вычисляются два раза, в то время как для двух других методов – один. Если функция будет довольно сложной и будет требовать много вычислений, то вычислительные затраты для реализации поиска минимума будут довольно заметными. Значит, логично сравнивать данные методы по этому критерию.

*Следовательно, метод дихотомии будет проигрывать методам Фибоначчи и золотого сечения.*

*Из графика зависимости количества вычислений функции от натурального логарифма заданной точности для всех методов можно сделать вывод, что при требовании более точного значения минимума функции, количество вычислений функции увеличивается и выполняются теоретические оценки для числа итераций.*

*Тестирование поиска интервала с минимумом функции показало, что, чем ближе к минимуму мы берём начальное приближение, тем уже в итоге получается интервал.*