

Министерство образования и науки Российской Федерации

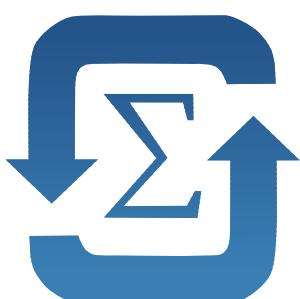
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Кафедра теоретической и прикладной информатики

Лабораторная работа № 1

Методы одномерного поиска



ФАКУЛЬТЕТ: ПМИ

ГРУППА: ПМ-71

Студенты: Баштовой П.А.
Востриков В.А.
Бурдуков В.П.

БРИГАДА : 4

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: Чимитова Е.В.

Новосибирск 2020

1. Цель работы:

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

2. Задание

$$f(x) = (x - 15)^2 + 5, x \in [2, 200], x_{min} = 15$$

3. Результат:

3.1. Метод дихотомии (деления отрезка пополам)

eps = 1.0E-01

n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,0102500E+02	9,9025000E+01	1,9994950E+00
2	2,0000000E+00	5,1537500E+01	4,9537500E+01	1,9989910E+00
3	2,0000000E+00	2,6793750E+01	2,4793750E+01	1,9979830E+00
4	1,4371870E+01	2,6793750E+01	1,2421880E+01	1,9959750E+00
5	1,4371870E+01	2,0607810E+01	6,2359370E+00	1,9919820E+00
6	1,4371870E+01	1,7514840E+01	3,1429690E+00	1,9840910E+00
7	1,4371870E+01	1,5968360E+01	1,5964840E+00	1,9686810E+00
8	1,4371870E+01	1,5195120E+01	8,2324220E-01	1,9392650E+00
9	1,4758500E+01	1,5195120E+01	4,3662110E-01	1,8854840E+00
10	1,4951810E+01	1,5195120E+01	2,4331050E-01	1,7945010E+00
11	1,4951810E+01	1,5098460E+01	1,4665530E-01	1,6590640E+00
12	1,4951810E+01	1,5050130E+01	9,8327640E-02	1,4914960E+00

eps=1.000000e-02				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,0100250E+02	9,9002500E+01	1,9999490E+00
2	2,0000000E+00	5,1503750E+01	4,9503750E+01	1,9998990E+00
3	2,0000000E+00	2,6754370E+01	2,4754370E+01	1,9997980E+00
4	1,4374690E+01	2,6754370E+01	1,2379690E+01	1,9995960E+00
5	1,4374690E+01	2,0567030E+01	6,1923440E+00	1,9991930E+00
6	1,4374690E+01	1,7473360E+01	3,0986720E+00	1,9983860E+00
7	1,4374690E+01	1,5926520E+01	1,5518360E+00	1,9967780E+00
8	1,4374690E+01	1,5153110E+01	7,7841800E-01	1,9935770E+00
9	1,4761400E+01	1,5153110E+01	3,9170900E-01	1,9872350E+00
10	1,4954750E+01	1,5153110E+01	1,9835450E-01	1,9747930E+00
11	1,4954750E+01	1,5056430E+01	1,0167720E-01	1,9508250E+00
12	1,4954750E+01	1,5008090E+01	5,3338620E-02	1,9062590E+00
13	1,4978920E+01	1,5008090E+01	2,9169310E-02	1,8285870E+00
14	1,4991000E+01	1,5008090E+01	1,7084660E-02	1,7073400E+00
15	1,4997050E+01	1,5008090E+01	1,1042330E-02	1,5471970E+00
16	1,4997050E+01	1,5005070E+01	8,0211640E-03	1,3766490E+00

eps=1.000000e-03				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,0100020E+02	9,9000250E+01	1,9999950E+00
2	2,0000000E+00	5,1500370E+01	4,9500370E+01	1,99999900E+00
3	2,0000000E+00	2,6750440E+01	2,4750440E+01	1,9999800E+00
4	1,4374970E+01	2,6750440E+01	1,2375470E+01	1,9999600E+00
5	1,4374970E+01	2,0562950E+01	6,1879840E+00	1,9999190E+00
6	1,4374970E+01	1,7469210E+01	3,0942420E+00	1,9998380E+00
7	1,4374970E+01	1,5922340E+01	1,5473710E+00	1,9996770E+00
8	1,4374970E+01	1,5148900E+01	7,7393550E-01	1,9993540E+00
9	1,4761690E+01	1,5148900E+01	3,8721780E-01	1,9987090E+00
10	1,4955050E+01	1,5148900E+01	1,9385890E-01	1,9974210E+00
11	1,4955050E+01	1,5052220E+01	9,7179440E-02	1,9948550E+00
12	1,4955050E+01	1,5003890E+01	4,8839720E-02	1,9897620E+00
13	1,4979220E+01	1,5003890E+01	2,4669860E-02	1,9797320E+00
14	1,4991300E+01	1,5003890E+01	1,2584930E-02	1,9602700E+00
15	1,4997340E+01	1,5003890E+01	6,5424650E-03	1,9235760E+00
16	1,4997340E+01	1,5000860E+01	3,5212330E-03	1,8580040E+00
17	1,4998850E+01	1,5000860E+01	2,0106160E-03	1,7513200E+00
18	1,4999610E+01	1,5000860E+01	1,2553080E-03	1,6016910E+00
19	1,4999610E+01	1,5000490E+01	8,7765410E-04	1,4302990E+00

eps=1.000000e-04				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,0100000E+02	9,9000020E+01	1,9999990E+00
2	2,0000000E+00	5,1500040E+01	4,9500040E+01	1,9999990E+00
3	2,0000000E+00	2,6750040E+01	2,4750040E+01	1,9999980E+00
4	1,4375000E+01	2,6750040E+01	1,2375050E+01	1,9999960E+00
5	1,4375000E+01	2,0562550E+01	6,1875480E+00	1,9999920E+00
6	1,4375000E+01	1,7468800E+01	3,0937990E+00	1,9999840E+00
7	1,4375000E+01	1,5921920E+01	1,5469250E+00	1,9999680E+00
8	1,4375000E+01	1,5148480E+01	7,7348730E-01	1,9999350E+00
9	1,4761720E+01	1,5148480E+01	3,8676870E-01	1,9998710E+00
10	1,4955070E+01	1,5148480E+01	1,9340930E-01	1,9997410E+00
11	1,4955070E+01	1,5051800E+01	9,6729660E-02	1,9994830E+00
12	1,4955070E+01	1,5003460E+01	4,8389830E-02	1,9989670E+00
13	1,4979240E+01	1,5003460E+01	2,4219920E-02	1,9979360E+00
14	1,4991330E+01	1,5003460E+01	1,2134960E-02	1,9958800E+00
15	1,4997370E+01	1,5003460E+01	6,0924790E-03	1,9917930E+00
16	1,4997370E+01	1,5000440E+01	3,0712390E-03	1,9837200E+00
17	1,4998880E+01	1,5000440E+01	1,5606200E-03	1,9679610E+00
18	1,4999640E+01	1,5000440E+01	8,0530990E-04	1,9379120E+00
19	1,4999640E+01	1,5000070E+01	4,2765490E-04	1,8830830E+00
20	1,4999830E+01	1,5000070E+01	2,3882750E-04	1,7906440E+00
21	1,4999920E+01	1,5000070E+01	1,4441370E-04	1,6537730E+00
22	1,4999970E+01	1,5000070E+01	9,7206870E-05	1,4856330E+00

eps=1.000000e-05				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,0100000E+02	9,9000000E+01	2,0000000E+00
2	2,0000000E+00	5,1500000E+01	4,9500000E+01	2,0000000E+00
3	2,0000000E+00	2,6750000E+01	2,4750000E+01	2,0000000E+00
4	1,4375000E+01	2,6750000E+01	1,2375000E+01	2,0000000E+00
5	1,4375000E+01	2,0562500E+01	6,1875050E+00	1,9999990E+00
6	1,4375000E+01	1,7468750E+01	3,0937550E+00	1,9999980E+00
7	1,4375000E+01	1,5921880E+01	1,5468800E+00	1,9999970E+00
8	1,4375000E+01	1,5148440E+01	7,7344250E-01	1,9999940E+00
9	1,4761720E+01	1,5148440E+01	3,8672370E-01	1,9999870E+00
10	1,4955080E+01	1,5148440E+01	1,9336440E-01	1,9999740E+00
11	1,4955080E+01	1,5051760E+01	9,6684690E-02	1,9999480E+00
12	1,4955080E+01	1,5003420E+01	4,8344840E-02	1,9998970E+00
13	1,4979250E+01	1,5003420E+01	2,4174920E-02	1,9997930E+00
14	1,4991330E+01	1,5003420E+01	1,2089960E-02	1,9995860E+00
15	1,4997380E+01	1,5003420E+01	6,0474800E-03	1,9991730E+00
16	1,4997380E+01	1,5000400E+01	3,0262400E-03	1,9983480E+00
17	1,4998890E+01	1,5000400E+01	1,5156200E-03	1,9967010E+00
18	1,4999640E+01	1,5000400E+01	7,6031000E-04	1,9934240E+00
19	1,4999640E+01	1,5000020E+01	3,8265500E-04	1,9869330E+00
20	1,4999830E+01	1,5000020E+01	1,9382750E-04	1,9742040E+00
21	1,4999920E+01	1,5000020E+01	9,9413750E-05	1,9497050E+00
22	1,4999970E+01	1,5000020E+01	5,2206880E-05	1,9042270E+00
23	1,5000000E+01	1,5000020E+01	2,8603440E-05	1,8251960E+00
24	1,5000000E+01	1,5000010E+01	1,6801720E-05	1,7024110E+00
25	1,5000000E+01	1,5000010E+01	1,0900860E-05	1,5413210E+00
26	1,5000000E+01	1,5000000E+01	7,9504300E-06	1,3711030E+00

eps=1.000000e-06				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,0100000E+02	9,9000000E+01	2,0000000E+00
2	2,0000000E+00	5,1500000E+01	4,9500000E+01	2,0000000E+00
3	2,0000000E+00	2,6750000E+01	2,4750000E+01	2,0000000E+00
4	1,4375000E+01	2,6750000E+01	1,2375000E+01	2,0000000E+00
5	1,4375000E+01	2,0562500E+01	6,1875000E+00	2,0000000E+00
6	1,4375000E+01	1,7468750E+01	3,0937500E+00	2,0000000E+00
7	1,4375000E+01	1,5921880E+01	1,5468750E+00	2,0000000E+00
8	1,4375000E+01	1,5148440E+01	7,7343800E-01	1,9999990E+00
9	1,4761720E+01	1,5148440E+01	3,8671920E-01	1,9999990E+00
10	1,4955080E+01	1,5148440E+01	1,9335990E-01	1,9999970E+00
11	1,4955080E+01	1,5051760E+01	9,6680190E-02	1,9999950E+00
12	1,4955080E+01	1,5003420E+01	4,8340340E-02	1,9999900E+00
13	1,4979250E+01	1,5003420E+01	2,4170420E-02	1,9999790E+00
14	1,4991330E+01	1,5003420E+01	1,2085460E-02	1,9999590E+00
15	1,4997380E+01	1,5003420E+01	6,0429800E-03	1,9999170E+00
16	1,4997380E+01	1,5000400E+01	3,0217400E-03	1,9998350E+00
17	1,4998890E+01	1,5000400E+01	1,5111200E-03	1,9996690E+00
18	1,4999640E+01	1,5000400E+01	7,5581010E-04	1,9993380E+00
19	1,4999640E+01	1,5000020E+01	3,7815500E-04	1,9986780E+00
20	1,4999830E+01	1,5000020E+01	1,8932750E-04	1,9973590E+00
21	1,4999920E+01	1,5000020E+01	9,4913760E-05	1,9947320E+00
22	1,4999970E+01	1,5000020E+01	4,7706880E-05	1,9895190E+00
23	1,5000000E+01	1,5000020E+01	2,4103440E-05	1,9792560E+00
24	1,5000000E+01	1,5000010E+01	1,2301720E-05	1,9593550E+00
25	1,5000000E+01	1,5000000E+01	6,4008600E-06	1,9218850E+00
26	1,5000000E+01	1,5000000E+01	3,4504300E-06	1,8550910E+00
27	1,5000000E+01	1,5000000E+01	1,9752150E-06	1,7468630E+00
28	1,5000000E+01	1,5000000E+01	1,2376070E-06	1,5959950E+00
29	1,5000000E+01	1,5000000E+01	8,6880370E-07	1,4244960E+00

eps=1.000000e-07									
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность	x1	x2	f1	f2	
1	2,0000000E+00	1,0100000E+02	9,9000000E+01	2,0000000E+00	1,0100000E+02	1,0100000E+02	7,4010000E+03	7,4010000E+03	
2	2,0000000E+00	5,1500000E+01	4,9500000E+01	2,0000000E+00	5,1500000E+01	5,1500000E+01	1,3372500E+03	1,3372500E+03	
3	2,0000000E+00	2,6750000E+01	2,4750000E+01	2,0000000E+00	2,6750000E+01	2,6750000E+01	1,4306250E+02	1,4306250E+02	
4	1,4375000E+01	2,6750000E+01	1,2375000E+01	2,0000000E+00	1,4375000E+01	1,4375000E+01	5,3906250E+00	5,3906250E+00	
5	1,4375000E+01	2,0562500E+01	6,1875000E+00	2,0000000E+00	2,0562500E+01	2,0562500E+01	3,5941410E+01	3,5941410E+01	
6	1,4375000E+01	1,7468750E+01	3,0937500E+00	2,0000000E+00	1,7468750E+01	1,7468750E+01	1,1094730E+01	1,1094730E+01	
7	1,4375000E+01	1,5921880E+01	1,5468750E+00	2,0000000E+00	1,5921870E+01	1,5921880E+01	5,8498540E+00	5,8498540E+00	
8	1,4375000E+01	1,5148440E+01	7,7343750E-01	2,0000000E+00	1,5148440E+01	1,5148440E+01	5,0220340E+00	5,0220340E+00	
9	1,4761720E+01	1,5148440E+01	3,8671880E-01	2,0000000E+00	1,4761720E+01	1,4761720E+01	5,0567780E+00	5,0567780E+00	
10	1,4955080E+01	1,5148440E+01	1,9335940E-01	2,0000000E+00	1,4955080E+01	1,4955080E+01	5,0020180E+00	5,0020180E+00	
11	1,4955080E+01	1,5051760E+01	9,6679740E-02	1,9999990E+00	1,5051760E+01	1,5051760E+01	5,0026790E+00	5,0026790E+00	
12	1,4955080E+01	1,5003420E+01	4,8339890E-02	1,9999990E+00	1,5003420E+01	1,5003420E+01	5,0000120E+00	5,0000120E+00	
13	1,4979250E+01	1,5003420E+01	2,4169970E-02	1,9999980E+00	1,4979250E+01	1,4979250E+01	5,0004310E+00	5,0004310E+00	
14	1,4991330E+01	1,5003420E+01	1,2085010E-02	1,9999960E+00	1,4991330E+01	1,4991330E+01	5,0000750E+00	5,0000750E+00	
15	1,4997380E+01	1,5003420E+01	6,0425300E-03	1,9999920E+00	1,4997380E+01	1,4997380E+01	5,0000070E+00	5,0000070E+00	
16	1,4997380E+01	1,5000400E+01	3,0212900E-03	1,9999830E+00	1,5000400E+01	1,5000400E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
17	1,4998890E+01	1,5000400E+01	1,5106700E-03	1,9999670E+00	1,4998890E+01	1,4998890E+01	5,0000010E+00	5,0000010E+00	
18	1,4999640E+01	1,5000400E+01	7,5536010E-04	1,9999340E+00	1,4999640E+01	1,4999640E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
19	1,4999640E+01	1,5000020E+01	3,7770500E-04	1,9998680E+00	1,5000020E+01	1,5000020E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
20	1,4999830E+01	1,5000020E+01	1,8887750E-04	1,9997350E+00	1,4999830E+01	1,4999830E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
21	1,4999920E+01	1,5000020E+01	9,4463760E-05	1,9994710E+00	1,4999920E+01	1,4999920E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
22	1,4999970E+01	1,5000020E+01	4,7256880E-05	1,9989420E+00	1,4999970E+01	1,4999970E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
23	1,5000000E+01	1,5000020E+01	2,3653440E-05	1,9978860E+00	1,5000000E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
24	1,5000000E+01	1,5000010E+01	1,1851720E-05	1,9957810E+00	1,5000010E+01	1,5000010E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
25	1,5000000E+01	1,5000000E+01	5,9508600E-06	1,9915980E+00	1,5000000E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
26	1,5000000E+01	1,5000000E+01	3,0004300E-06	1,9833360E+00	1,5000000E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
27	1,5000000E+01	1,5000000E+01	1,5252150E-06	1,9672180E+00	1,5000000E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
28	1,5000000E+01	1,5000000E+01	7,8760750E-07	1,9365170E+00	1,5000000E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
29	1,5000000E+01	1,5000000E+01	4,1880370E-07	1,8806120E+00	1,5000000E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
30	1,5000000E+01	1,5000000E+01	2,3440190E-07	1,7866910E+00	1,5000000E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
31	1,5000000E+01	1,5000000E+01	1,4220090E-07	1,6483850E+00	1,5000000E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
32	1,5000000E+01	1,5000000E+01	9,6100470E-08	1,4797110E+00	1,5000000E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	

3.2. Метод золотого сечения

eps=1.000000e-01				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,2436470E+02	1,2236470E+02	1,6181140E+00
2	2,0000000E+00	7,7629270E+01	7,5629270E+01	1,6179540E+00
3	2,0000000E+00	4,8739150E+01	4,6739150E+01	1,6181140E+00
4	2,0000000E+00	3,0887810E+01	2,8887810E+01	1,6179540E+00
5	2,0000000E+00	1,9852770E+01	1,7852770E+01	1,6181140E+00
6	8,8191490E+00	1,9852770E+01	1,1033620E+01	1,6180340E+00
7	1,3034160E+01	1,9852770E+01	6,8186030E+00	1,6181640E+00
8	1,3034160E+01	1,7248080E+01	4,2139200E+00	1,6181140E+00
9	1,3034160E+01	1,5637960E+01	2,6038000E+00	1,6183730E+00
10	1,4028720E+01	1,5637960E+01	1,6092370E+00	1,6180340E+00
11	1,4643740E+01	1,5637960E+01	9,9422550E-01	1,6185830E+00
12	1,4643740E+01	1,5258170E+01	6,1443470E-01	1,6181140E+00
13	1,4878430E+01	1,5258170E+01	3,7974150E-01	1,6180340E+00
14	1,4878430E+01	1,5113110E+01	2,3468160E-01	1,6181140E+00
15	1,4968070E+01	1,5113110E+01	1,4504120E-01	1,6180340E+00
16	1,4968070E+01	1,5057710E+01	8,9635940E-02	1,6181140E+00

eps=1.000000e-02				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,2436470E+02	1,2236470E+02	1,6181140E+00
2	2,0000000E+00	7,7629270E+01	7,5629270E+01	1,6179540E+00
3	2,0000000E+00	4,8739150E+01	4,6739150E+01	1,6181140E+00
4	2,0000000E+00	3,0887810E+01	2,8887810E+01	1,6179540E+00
5	2,0000000E+00	1,9852770E+01	1,7852770E+01	1,6181140E+00
6	8,8191490E+00	1,9852770E+01	1,1033620E+01	1,6180340E+00
7	1,3034160E+01	1,9852770E+01	6,8186030E+00	1,6181640E+00
8	1,3034160E+01	1,7248080E+01	4,2139200E+00	1,6181140E+00
9	1,3034160E+01	1,5637960E+01	2,6038000E+00	1,6183730E+00
10	1,4028720E+01	1,5637960E+01	1,6092370E+00	1,6180340E+00
11	1,4643740E+01	1,5637960E+01	9,9422550E-01	1,6185830E+00
12	1,4643740E+01	1,5258170E+01	6,1443470E-01	1,6181140E+00
13	1,4878430E+01	1,5258170E+01	3,7974150E-01	1,6180340E+00
14	1,4878430E+01	1,5113110E+01	2,3468160E-01	1,6181140E+00
15	1,4968070E+01	1,5113110E+01	1,4504120E-01	1,6180340E+00
16	1,4968070E+01	1,5057710E+01	8,9635940E-02	1,6181140E+00
17	1,4968070E+01	1,5023240E+01	5,5168950E-02	1,6247540E+00
18	1,4989140E+01	1,5023240E+01	3,4096280E-02	1,6180340E+00
19	1,4989140E+01	1,5010210E+01	2,1071620E-02	1,6181140E+00
20	1,4997190E+01	1,5010210E+01	1,3022980E-02	1,6180340E+00
21	1,4997190E+01	1,5005240E+01	8,0482440E-03	1,6181140E+00

eps=1.000000e-03				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,2436470E+02	1,2236470E+02	1,6181140E+00
2	2,0000000E+00	7,7629270E+01	7,5629270E+01	1,6179540E+00
3	2,0000000E+00	4,8739150E+01	4,6739150E+01	1,6181140E+00
4	2,0000000E+00	3,0887810E+01	2,8887810E+01	1,6179540E+00
5	2,0000000E+00	1,9852770E+01	1,7852770E+01	1,6181140E+00
6	8,8191490E+00	1,9852770E+01	1,1033620E+01	1,6180340E+00
7	1,3034160E+01	1,9852770E+01	6,8186030E+00	1,6181640E+00
8	1,3034160E+01	1,7248080E+01	4,2139200E+00	1,6181140E+00
9	1,3034160E+01	1,5637960E+01	2,6038000E+00	1,6183730E+00
10	1,4028720E+01	1,5637960E+01	1,6092370E+00	1,6180340E+00
11	1,4643740E+01	1,5637960E+01	9,9422550E-01	1,6185830E+00
12	1,4643740E+01	1,5258170E+01	6,1443470E-01	1,6181140E+00
13	1,4878430E+01	1,5258170E+01	3,7974150E-01	1,6180340E+00
14	1,4878430E+01	1,5113110E+01	2,3468160E-01	1,6181140E+00
15	1,4968070E+01	1,5113110E+01	1,4504120E-01	1,6180340E+00
16	1,4968070E+01	1,5057710E+01	8,9635940E-02	1,6181140E+00
17	1,4968070E+01	1,5023240E+01	5,5168950E-02	1,6247540E+00
18	1,4989140E+01	1,5023240E+01	3,4096280E-02	1,6180340E+00
19	1,4989140E+01	1,5010210E+01	2,1071620E-02	1,6181140E+00
20	1,4997190E+01	1,5010210E+01	1,3022980E-02	1,6180340E+00
21	1,4997190E+01	1,5005240E+01	8,0482440E-03	1,6181140E+00
22	1,4997190E+01	1,5002310E+01	5,1165790E-03	1,5729740E+00
23	1,4999150E+01	1,5002310E+01	3,1622200E-03	1,6180340E+00
24	1,4999150E+01	1,5001100E+01	1,9542630E-03	1,6181140E+00
25	1,4999150E+01	1,5000270E+01	1,1197960E-03	1,7451950E+00
26	1,4999570E+01	1,5000270E+01	6,9207220E-04	1,6180340E+00

eps=1.000000e-04				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,2436470E+02	1,2236470E+02	1,6181140E+00
2	2,0000000E+00	7,7629270E+01	7,5629270E+01	1,6179540E+00
3	2,0000000E+00	4,8739150E+01	4,6739150E+01	1,6181140E+00
4	2,0000000E+00	3,0887810E+01	2,8887810E+01	1,6179540E+00
5	2,0000000E+00	1,9852770E+01	1,7852770E+01	1,6181140E+00
6	8,8191490E+00	1,9852770E+01	1,1033620E+01	1,6180340E+00
7	1,3034160E+01	1,9852770E+01	6,8186030E+00	1,6181640E+00
8	1,3034160E+01	1,7248080E+01	4,2139200E+00	1,6181140E+00
9	1,3034160E+01	1,5637960E+01	2,6038000E+00	1,6183730E+00
10	1,4028720E+01	1,5637960E+01	1,6092370E+00	1,6180340E+00
11	1,4643740E+01	1,5637960E+01	9,9422550E-01	1,6185830E+00
12	1,4643740E+01	1,5258170E+01	6,1443470E-01	1,6181140E+00
13	1,4878430E+01	1,5258170E+01	3,7974150E-01	1,6180340E+00
14	1,4878430E+01	1,5113110E+01	2,3468160E-01	1,6181140E+00
15	1,4968070E+01	1,5113110E+01	1,4504120E-01	1,6180340E+00
16	1,4968070E+01	1,5057710E+01	8,9635940E-02	1,6181140E+00
17	1,4968070E+01	1,5023240E+01	5,5168950E-02	1,6247540E+00
18	1,4989140E+01	1,5023240E+01	3,4096280E-02	1,6180340E+00
19	1,4989140E+01	1,5010210E+01	2,1071620E-02	1,6181140E+00
20	1,4997190E+01	1,5010210E+01	1,3022980E-02	1,6180340E+00
21	1,4997190E+01	1,5005240E+01	8,0482440E-03	1,6181140E+00
22	1,4997190E+01	1,5002310E+01	5,1165790E-03	1,5729740E+00
23	1,4999150E+01	1,5002310E+01	3,1622200E-03	1,6180340E+00
24	1,4999150E+01	1,5001100E+01	1,9542630E-03	1,6181140E+00
25	1,4999150E+01	1,5000270E+01	1,1197960E-03	1,7451950E+00
26	1,4999570E+01	1,5000270E+01	6,9207220E-04	1,6180340E+00
27	1,4999890E+01	1,5000270E+01	3,7333450E-04	1,8537590E+00
28	1,4999890E+01	1,5000120E+01	2,3072200E-04	1,6181140E+00
29	1,4999980E+01	1,5000120E+01	1,4259400E-04	1,6180340E+00
30	1,4999980E+01	1,5000070E+01	8,8123600E-05	1,6181140E+00

eps=1.000000e-05				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,2436470E+02	1,2236470E+02	1,6181140E+00
2	2,0000000E+00	7,7629270E+01	7,5629270E+01	1,6179540E+00
3	2,0000000E+00	4,8739150E+01	4,6739150E+01	1,6181140E+00
4	2,0000000E+00	3,0887810E+01	2,8887810E+01	1,6179540E+00
5	2,0000000E+00	1,9852770E+01	1,7852770E+01	1,6181140E+00
6	8,8191490E+00	1,9852770E+01	1,1033620E+01	1,6180340E+00
7	1,3034160E+01	1,9852770E+01	6,8186030E+00	1,6181640E+00
8	1,3034160E+01	1,7248080E+01	4,2139200E+00	1,6181140E+00
9	1,3034160E+01	1,5637960E+01	2,6038000E+00	1,6183730E+00
10	1,4028720E+01	1,5637960E+01	1,6092370E+00	1,6180340E+00
11	1,4643740E+01	1,5637960E+01	9,9422550E-01	1,6185830E+00
12	1,4643740E+01	1,5258170E+01	6,1443470E-01	1,6181140E+00
13	1,4878430E+01	1,5258170E+01	3,7974150E-01	1,6180340E+00
14	1,4878430E+01	1,5113110E+01	2,3468160E-01	1,6181140E+00
15	1,4968070E+01	1,5113110E+01	1,4504120E-01	1,6180340E+00
16	1,4968070E+01	1,5057710E+01	8,9635940E-02	1,6181140E+00
17	1,4968070E+01	1,5023240E+01	5,5168950E-02	1,6247540E+00
18	1,4989140E+01	1,5023240E+01	3,4096280E-02	1,6180340E+00
19	1,4989140E+01	1,5010210E+01	2,1071620E-02	1,6181140E+00
20	1,4997190E+01	1,5010210E+01	1,3022980E-02	1,6180340E+00
21	1,4997190E+01	1,5005240E+01	8,0482440E-03	1,6181140E+00
22	1,4997190E+01	1,5002310E+01	5,1165790E-03	1,5729740E+00
23	1,4999150E+01	1,5002310E+01	3,1622200E-03	1,6180340E+00
24	1,4999150E+01	1,5001100E+01	1,9542630E-03	1,6181140E+00
25	1,4999150E+01	1,5000270E+01	1,1197960E-03	1,7451950E+00
26	1,4999570E+01	1,5000270E+01	6,9207220E-04	1,6180340E+00
27	1,4999890E+01	1,5000270E+01	3,7333450E-04	1,8537590E+00
28	1,4999890E+01	1,5000120E+01	2,3072200E-04	1,6181140E+00
29	1,4999980E+01	1,5000120E+01	1,4259400E-04	1,6180340E+00
30	1,4999980E+01	1,5000070E+01	8,8123600E-05	1,6181140E+00
31	1,5000010E+01	1,5000070E+01	5,4463380E-05	1,6180340E+00
32	1,5000010E+01	1,5000050E+01	3,3658550E-05	1,6181140E+00
33	1,5000030E+01	1,5000050E+01	2,0802130E-05	1,6180340E+00
34	1,5000030E+01	1,5000040E+01	1,2855790E-05	1,6181140E+00
35	1,5000030E+01	1,5000040E+01	7,9453140E-06	1,6180340E+00

eps=1.000000e-06				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,0000000E+00	1,2436470E+02	1,2236470E+02	1,6181140E+00
2	2,0000000E+00	7,7629270E+01	7,5629270E+01	1,6179540E+00
3	2,0000000E+00	4,8739150E+01	4,6739150E+01	1,6181140E+00
4	2,0000000E+00	3,0887810E+01	2,8887810E+01	1,6179540E+00
5	2,0000000E+00	1,9852770E+01	1,7852770E+01	1,6181140E+00
6	8,8191490E+00	1,9852770E+01	1,1033620E+01	1,6180340E+00
7	1,3034160E+01	1,9852770E+01	6,8186030E+00	1,6181640E+00
8	1,3034160E+01	1,7248080E+01	4,2139200E+00	1,6181140E+00
9	1,3034160E+01	1,5637960E+01	2,6038000E+00	1,6183730E+00
10	1,4028720E+01	1,5637960E+01	1,6092370E+00	1,6180340E+00
11	1,4643740E+01	1,5637960E+01	9,9422550E-01	1,6185830E+00
12	1,4643740E+01	1,5258170E+01	6,1443470E-01	1,6181140E+00
13	1,4878430E+01	1,5258170E+01	3,7974150E-01	1,6180340E+00
14	1,4878430E+01	1,5113110E+01	2,3468160E-01	1,6181140E+00
15	1,4968070E+01	1,5113110E+01	1,4504120E-01	1,6180340E+00
16	1,4968070E+01	1,5057710E+01	8,9635940E-02	1,6181140E+00
17	1,4968070E+01	1,5023240E+01	5,5168950E-02	1,6247540E+00
18	1,4989140E+01	1,5023240E+01	3,4096280E-02	1,6180340E+00
19	1,4989140E+01	1,5010210E+01	2,1071620E-02	1,6181140E+00
20	1,4997190E+01	1,5010210E+01	1,3022980E-02	1,6180340E+00
21	1,4997190E+01	1,5005240E+01	8,0482440E-03	1,6181140E+00
22	1,4997190E+01	1,5002310E+01	5,1165790E-03	1,5729740E+00
23	1,4999150E+01	1,5002310E+01	3,1622200E-03	1,6180340E+00
24	1,4999150E+01	1,5001100E+01	1,9542630E-03	1,6181140E+00
25	1,4999150E+01	1,5000270E+01	1,1197960E-03	1,7451950E+00
26	1,4999570E+01	1,5000270E+01	6,9207220E-04	1,6180340E+00
27	1,4999890E+01	1,5000270E+01	3,7333450E-04	1,8537590E+00
28	1,4999890E+01	1,5000120E+01	2,3072200E-04	1,6181140E+00
29	1,4999980E+01	1,5000120E+01	1,4259400E-04	1,6180340E+00
30	1,4999980E+01	1,5000070E+01	8,8123600E-05	1,6181140E+00
31	1,5000010E+01	1,5000070E+01	5,4463380E-05	1,6180340E+00
32	1,5000010E+01	1,5000050E+01	3,3658550E-05	1,6181140E+00
33	1,5000030E+01	1,5000050E+01	2,0802130E-05	1,6180340E+00
34	1,5000030E+01	1,5000040E+01	1,2855790E-05	1,6181140E+00
35	1,5000030E+01	1,5000040E+01	7,9453140E-06	1,6180340E+00
36	1,5000030E+01	1,5000040E+01	4,9102310E-06	1,6181140E+00
37	1,5000030E+01	1,5000040E+01	3,0346900E-06	1,6180340E+00
38	1,5000030E+01	1,5000040E+01	1,8754480E-06	1,6181140E+00
39	1,5000030E+01	1,5000040E+01	1,1590910E-06	1,6180340E+00
40	1,5000030E+01	1,5000030E+01	7,1632210E-07	1,6181140E+00

eps=1.000000e-07									
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность	x1	x2	f1	f2	
1	2,0000000E+00	1,2436470E+02	1,2236470E+02	1,6181140E+00	4,8739150E+01	7,7629270E+01	1,1433300E+03	3,9274250E+03	
2	2,0000000E+00	7,7629270E+01	7,5629270E+01	1,6179540E+00	3,0887810E+01	4,8739150E+01	2,5742250E+02	1,1433300E+03	
3	2,0000000E+00	4,8739150E+01	4,6739150E+01	1,6181140E+00	1,9852770E+01	3,0887810E+01	2,8549330E+01	2,5742250E+02	
4	2,0000000E+00	3,0887810E+01	2,8887810E+01	1,6179540E+00	1,3034160E+01	1,9852770E+01	8,8645200E+00	2,8549330E+01	
5	2,0000000E+00	1,9852770E+01	1,7852770E+01	1,6181140E+00	8,8191490E+00	1,3034160E+01	4,3202910E+01	8,8645200E+00	
6	8,8191490E+00	1,9852770E+01	1,1033620E+01	1,6180340E+00	1,3034160E+01	1,5637960E+01	8,8645200E+00	5,4069950E+00	
7	1,3034160E+01	1,9852770E+01	6,8186030E+00	1,6181640E+00	1,5637960E+01	1,7248080E+01	5,4069950E+00	1,0053870E+01	
8	1,3034160E+01	1,7248080E+01	4,2139200E+00	1,6181140E+00	1,4643740E+01	1,5637960E+01	5,1269240E+00	5,4069950E+00	
9	1,3034160E+01	1,5637960E+01	2,6038000E+00	1,6183730E+00	1,4028720E+01	1,4643740E+01	5,9433760E+00	5,1269240E+00	
10	1,4028720E+01	1,5637960E+01	1,6092370E+00	1,6180340E+00	1,4643740E+01	1,5023240E+01	5,1269240E+00	5,0005400E+00	
11	1,4643740E+01	1,5637960E+01	9,9422550E-01	1,6185830E+00	1,5023240E+01	1,5258170E+01	5,0005400E+00	5,0666520E+00	
12	1,4643740E+01	1,5258170E+01	6,1443470E-01	1,6181140E+00	1,4878430E+01	1,5023240E+01	5,0147790E+00	5,0005400E+00	
13	1,4878430E+01	1,5258170E+01	3,7974150E-01	1,6180340E+00	1,5023240E+01	1,5113110E+01	5,0005400E+00	5,0127940E+00	
14	1,4878430E+01	1,5113110E+01	2,3468160E-01	1,6181140E+00	1,4968070E+01	1,5023240E+01	5,0010200E+00	5,0005400E+00	
15	1,4968070E+01	1,5113110E+01	1,4504120E-01	1,6180340E+00	1,5023240E+01	1,5057710E+01	5,0005400E+00	5,0033300E+00	
16	1,4968070E+01	1,5057710E+01	8,9635940E-02	1,6181140E+00	1,5002310E+01	1,5023240E+01	5,0000050E+00	5,0005400E+00	
17	1,4968070E+01	1,5023240E+01	5,5168950E-02	1,6247540E+00	1,4989140E+01	1,5002310E+01	5,0001180E+00	5,0000050E+00	
18	1,4989140E+01	1,5023240E+01	3,4096280E-02	1,6180340E+00	1,5002310E+01	1,5010210E+01	5,0000050E+00	5,0001040E+00	
19	1,4989140E+01	1,5010210E+01	2,1071620E-02	1,6181140E+00	1,4997190E+01	1,5002310E+01	5,0000080E+00	5,0000050E+00	
20	1,4997190E+01	1,5010210E+01	1,3022980E-02	1,6180340E+00	1,5002310E+01	1,5005240E+01	5,0000050E+00	5,0000270E+00	
21	1,4997190E+01	1,5005240E+01	8,0482440E-03	1,6181140E+00	1,5000270E+01	1,5002310E+01	5,0000000E+00	5,0000050E+00	
22	1,4997190E+01	1,5002310E+01	5,1165790E-03	1,5729740E+00	1,4999150E+01	1,5000270E+01	5,0000010E+00	5,0000000E+00	
23	1,4999150E+01	1,5002310E+01	3,1622200E-03	1,6180340E+00	1,5000270E+01	1,5001100E+01	5,0000000E+00	5,0000010E+00	
24	1,4999150E+01	1,5001100E+01	1,9542630E-03	1,6181140E+00	1,4999890E+01	1,5000270E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
25	1,4999150E+01	1,5000270E+01	1,1197960E-03	1,7451950E+00	1,4999570E+01	1,4999890E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
26	1,4999570E+01	1,5000270E+01	6,9207220E-04	1,6180340E+00	1,4999890E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
27	1,4999890E+01	1,5000270E+01	3,7333450E-04	1,8537590E+00	1,5000000E+01	1,5000120E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
28	1,4999890E+01	1,5000120E+01	2,3072200E-04	1,6181140E+00	1,4999980E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
29	1,4999980E+01	1,5000120E+01	1,4259400E-04	1,6180340E+00	1,5000000E+01	1,5000070E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
30	1,4999980E+01	1,5000070E+01	8,8123600E-05	1,6181140E+00	1,5000010E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
31	1,5000010E+01	1,5000070E+01	5,4463380E-05	1,6180340E+00	1,5000000E+01	1,5000050E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	
32	1,5000010E+01	1,5000050E+01	3,3658550E-05	1,6181140E+00	1,5000030E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00	

33	1,5000030E+01	1,5000050E+01	2,0802130E-05	1,6180340E+00	1,5000000E+01	1,5000040E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
34	1,5000030E+01	1,5000040E+01	1,2855790E-05	1,6181140E+00	1,5000030E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
35	1,5000030E+01	1,5000040E+01	7,9453140E-06	1,6180340E+00	1,5000000E+01	1,5000040E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
36	1,5000030E+01	1,5000040E+01	4,9102310E-06	1,6181140E+00	1,5000030E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
37	1,5000030E+01	1,5000040E+01	3,0346900E-06	1,6180340E+00	1,5000000E+01	1,5000040E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
38	1,5000030E+01	1,5000040E+01	1,8754480E-06	1,6181140E+00	1,5000030E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
39	1,5000030E+01	1,5000040E+01	1,1590910E-06	1,6180340E+00	1,5000000E+01	1,5000030E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
40	1,5000030E+01	1,5000030E+01	7,1632210E-07	1,6181140E+00	1,5000030E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
41	1,5000030E+01	1,5000030E+01	4,4271140E-07	1,6180340E+00	1,5000000E+01	1,5000030E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
42	1,5000030E+01	1,5000030E+01	2,7359720E-07	1,6181140E+00	1,5000030E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
43	1,5000030E+01	1,5000030E+01	1,6909230E-07	1,6180340E+00	1,5000000E+01	1,5000030E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
44	1,5000030E+01	1,5000030E+01	1,0449960E-07	1,6181140E+00	1,5000030E+01	1,5000000E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00
45	1,5000030E+01	1,5000030E+01	6,4584330E-08	1,6180340E+00	1,5000000E+01	1,5000030E+01	5,0000000E+00	5,0000000E+00

3.3. Метод Фибоначчи

eps=1.000000e-01				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,000000E+00	1,243707E+02	1,223707E+02	1,618034E+00
2	2,000000E+00	7,762930E+01	7,562930E+01	1,618033E+00
3	2,000000E+00	4,874147E+01	4,674147E+01	1,618034E+00
4	2,000000E+00	3,088779E+01	2,888779E+01	1,618035E+00
5	2,000000E+00	1,985371E+01	1,785371E+01	1,618027E+00
6	2,000000E+00	1,303406E+01	1,103406E+01	1,618054E+00
7	2,000000E+00	8,819657E+00	6,819657E+00	1,617979E+00
8	2,000000E+00	6,214399E+00	4,214399E+00	1,618180E+00
9	2,000000E+00	4,605262E+00	2,605262E+00	1,617649E+00
10	2,000000E+00	3,609134E+00	1,609134E+00	1,619046E+00
11	2,000000E+00	2,996130E+00	9,961296E-01	1,615386E+00
12	2,000000E+00	2,613003E+00	6,130035E-01	1,624998E+00
13	2,000000E+00	2,383127E+00	3,831268E-01	1,600002E+00
14	2,000000E+00	2,229876E+00	2,298763E-01	1,666665E+00

eps=1.000000e-02				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,000000E+00	1,243707E+02	1,223707E+02	1,618034E+00
2	2,000000E+00	7,762927E+01	7,562927E+01	1,618034E+00
3	2,000000E+00	4,874146E+01	4,674146E+01	1,618034E+00
4	2,000000E+00	3,088781E+01	2,888781E+01	1,618034E+00
5	2,000000E+00	1,985365E+01	1,785365E+01	1,618034E+00
6	2,000000E+00	1,303416E+01	1,103416E+01	1,618034E+00
7	2,000000E+00	8,819486E+00	6,819486E+00	1,618034E+00
8	2,000000E+00	6,214677E+00	4,214677E+00	1,618033E+00
9	2,000000E+00	4,604809E+00	2,604809E+00	1,618037E+00
10	2,000000E+00	3,609868E+00	1,609868E+00	1,618026E+00
11	2,000000E+00	2,994940E+00	9,949402E-01	1,618056E+00
12	2,000000E+00	2,614928E+00	6,149283E-01	1,617978E+00
13	2,000000E+00	2,380012E+00	3,800119E-01	1,618182E+00
14	2,000000E+00	2,234916E+00	2,349164E-01	1,617647E+00
15	2,000000E+00	2,145095E+00	1,450954E-01	1,619048E+00
16	2,000000E+00	2,089821E+00	8,982099E-02	1,615385E+00
17	2,000000E+00	2,055274E+00	5,527445E-02	1,625000E+00
18	2,000000E+00	2,034547E+00	3,454653E-02	1,600000E+00
19	2,000000E+00	2,020728E+00	2,072792E-02	1,666667E+00

eps=1.000000e-03				
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность
1	2,000000E+00	1,243707E+02	1,223707E+02	1,618034E+00
2	2,000000E+00	7,762927E+01	7,562927E+01	1,618034E+00
3	2,000000E+00	4,874146E+01	4,674146E+01	1,618034E+00
4	2,000000E+00	3,088781E+01	2,888781E+01	1,618034E+00
5	2,000000E+00	1,985365E+01	1,785365E+01	1,618034E+00
6	2,000000E+00	1,303416E+01	1,103416E+01	1,618034E+00
7	2,000000E+00	8,819487E+00	6,819487E+00	1,618034E+00
8	2,000000E+00	6,214675E+00	4,214675E+00	1,618034E+00
9	2,000000E+00	4,604812E+00	2,604812E+00	1,618034E+00
10	2,000000E+00	3,609862E+00	1,609862E+00	1,618034E+00
11	2,000000E+00	2,994950E+00	9,949498E-01	1,618034E+00
12	2,000000E+00	2,614913E+00	6,149126E-01	1,618034E+00
13	2,000000E+00	2,380037E+00	3,800372E-01	1,618033E+00
14	2,000000E+00	2,234875E+00	2,348754E-01	1,618037E+00
15	2,000000E+00	2,145162E+00	1,451617E-01	1,618026E+00
16	2,000000E+00	2,089714E+00	8,971370E-02	1,618056E+00
17	2,000000E+00	2,055448E+00	5,544805E-02	1,617978E+00
18	2,000000E+00	2,034266E+00	3,426565E-02	1,618182E+00
19	2,000000E+00	2,021182E+00	2,118240E-02	1,617647E+00
20	2,000000E+00	2,013083E+00	1,308325E-02	1,619048E+00
21	2,000000E+00	2,008099E+00	8,099153E-03	1,615385E+00
22	2,000000E+00	2,004984E+00	4,984094E-03	1,625000E+00
23	2,000000E+00	2,003115E+00	3,115059E-03	1,600000E+00
24	2,000000E+00	2,001869E+00	1,869035E-03	1,666667E+00

eps=1.000000e-07								
n	a	b	b(i)-a(i)	погрешность	x1	x2	f1	f2
1	2,000000E+00	1,243707E+02	1,223707E+02	1,618034E+00	4,874146E+01	7,762927E+01	1,143486E+03	1,196696E+04
2	2,000000E+00	7,762927E+01	7,562927E+01	1,618034E+00	3,088781E+01	4,874146E+01	2,574225E+02	1,196696E+04
3	2,000000E+00	4,874146E+01	4,674146E+01	1,618034E+00	1,985365E+01	3,088781E+01	2,855791E+01	1,196696E+04
4	2,000000E+00	3,088781E+01	2,888781E+01	1,618034E+00	1,303416E+01	1,985365E+01	8,864520E+00	1,196696E+04
5	2,000000E+00	1,985365E+01	1,785365E+01	1,618034E+00	8,819487E+00	1,303416E+01	4,319874E+01	1,196696E+04
6	2,000000E+00	1,303416E+01	1,103416E+01	1,618034E+00	6,214675E+00	8,819487E+00	8,218194E+01	1,196696E+04
7	2,000000E+00	8,819487E+00	6,819487E+00	1,618034E+00	4,604812E+00	6,214675E+00	1,130599E+02	1,196696E+04
8	2,000000E+00	6,214675E+00	4,214675E+00	1,618034E+00	3,609863E+00	4,604812E+00	1,347352E+02	1,196696E+04
9	2,000000E+00	4,604812E+00	2,604812E+00	1,618034E+00	2,994950E+00	3,609863E+00	1,491212E+02	1,196696E+04
10	2,000000E+00	3,609863E+00	1,609863E+00	1,618034E+00	2,614913E+00	2,994950E+00	1,583904E+02	1,196696E+04
11	2,000000E+00	2,994950E+00	9,949498E-01	1,618034E+00	2,380037E+00	2,614913E+00	1,642635E+02	1,196696E+04
12	2,000000E+00	2,614913E+00	6,149128E-01	1,618034E+00	2,234876E+00	2,380037E+00	1,679484E+02	1,196696E+04
13	2,000000E+00	2,380037E+00	3,800370E-01	1,618034E+00	2,145161E+00	2,234876E+00	1,702469E+02	1,196696E+04
14	2,000000E+00	2,234876E+00	2,348758E-01	1,618034E+00	2,089715E+00	2,145161E+00	1,716755E+02	1,196696E+04
15	2,000000E+00	2,145161E+00	1,451612E-01	1,618034E+00	2,055447E+00	2,089715E+00	1,725615E+02	1,196696E+04
16	2,000000E+00	2,089715E+00	8,971456E-02	1,618034E+00	2,034268E+00	2,055447E+00	1,731102E+02	1,196696E+04
17	2,000000E+00	2,055447E+00	5,544665E-02	1,618034E+00	2,021179E+00	2,034268E+00	1,734498E+02	1,196696E+04
18	2,000000E+00	2,034268E+00	3,426791E-02	1,618034E+00	2,013089E+00	2,021179E+00	1,736599E+02	1,196696E+04
19	2,000000E+00	2,021179E+00	2,117874E-02	1,618034E+00	2,008090E+00	2,013089E+00	1,737897E+02	1,196696E+04
20	2,000000E+00	2,013089E+00	1,308918E-02	1,618034E+00	2,005000E+00	2,008090E+00	1,738700E+02	1,196696E+04
21	2,000000E+00	2,008090E+00	8,089557E-03	1,618034E+00	2,003090E+00	2,005000E+00	1,739197E+02	1,196696E+04
22	2,000000E+00	2,005000E+00	4,999621E-03	1,618034E+00	2,001910E+00	2,003090E+00	1,739504E+02	1,196696E+04
23	2,000000E+00	2,003090E+00	3,089936E-03	1,618034E+00	2,001180E+00	2,001910E+00	1,739693E+02	1,196696E+04
24	2,000000E+00	2,001910E+00	1,909685E-03	1,618034E+00	2,000729E+00	2,001180E+00	1,739810E+02	1,196696E+04
25	2,000000E+00	2,001180E+00	1,180250E-03	1,618034E+00	2,000451E+00	2,000729E+00	1,739883E+02	1,196696E+04
26	2,000000E+00	2,000729E+00	7,294349E-04	1,618034E+00	2,000279E+00	2,000451E+00	1,739928E+02	1,196696E+04
27	2,000000E+00	2,000451E+00	4,508156E-04	1,618034E+00	2,000172E+00	2,000279E+00	1,739955E+02	1,196696E+04
28	2,000000E+00	2,000279E+00	2,786193E-04	1,618034E+00	2,000106E+00	2,000172E+00	1,739972E+02	1,196696E+04
29	2,000000E+00	2,000172E+00	1,721962E-04	1,618034E+00	2,000066E+00	2,000106E+00	1,739983E+02	1,196696E+04

30	2,000000E+00	2,000106E+00	1,064231E-04	1,618034E+00	2,000041E+00	2,000066E+00	1,739989E+02	1,196696E+04
31	2,000000E+00	2,000066E+00	6,577309E-05	1,618034E+00	2,000025E+00	2,000041E+00	1,739993E+02	1,196696E+04
32	2,000000E+00	2,000041E+00	4,065004E-05	1,618033E+00	2,000016E+00	2,000025E+00	1,739996E+02	1,196696E+04
33	2,000000E+00	2,000025E+00	2,512306E-05	1,618037E+00	2,000010E+00	2,000016E+00	1,739998E+02	1,196696E+04
34	2,000000E+00	2,000016E+00	1,552698E-05	1,618026E+00	2,000006E+00	2,000010E+00	1,739998E+02	1,196696E+04
35	2,000000E+00	2,000010E+00	9,596074E-06	1,618056E+00	2,000004E+00	2,000006E+00	1,739999E+02	1,196696E+04
36	2,000000E+00	2,000006E+00	5,930907E-06	1,617978E+00	2,000002E+00	2,000004E+00	1,739999E+02	1,196696E+04
37	2,000000E+00	2,000004E+00	3,665167E-06	1,618182E+00	2,000001E+00	2,000002E+00	1,740000E+02	1,196696E+04
38	2,000000E+00	2,000002E+00	2,265740E-06	1,617647E+00	2,000001E+00	2,000001E+00	1,740000E+02	1,196696E+04
39	2,000000E+00	2,000001E+00	1,399427E-06	1,619048E+00	2,000001E+00	2,000001E+00	1,740000E+02	1,196696E+04
40	2,000000E+00	2,000001E+00	8,663122E-07	1,615385E+00	2,000000E+00	2,000001E+00	1,740000E+02	1,196696E+04
41	2,000000E+00	2,000001E+00	5,331152E-07	1,625000E+00	2,000000E+00	2,000000E+00	1,740000E+02	1,196696E+04
42	2,000000E+00	2,000000E+00	3,331970E-07	1,600000E+00	2,000000E+00	2,000000E+00	1,740000E+02	1,196696E+04
43	2,000000E+00	2,000000E+00	1,999182E-07	1,666667E+00	2,000000E+00	2,000000E+00	1,740000E+02	1,196696E+04

3.4. Вывод:

Анализируя таблицы можно сделать вывод, что количество вычислений минимизируемой функции для равной точности у методов золотого сечения и Фибоначчи меньше, чем у метода дихотомии, несмотря на то, что количество итераций у метода дихотомии меньше. Это значит, что методы золотого сечения и Фибоначчи эффективно использовать для функций, вычисление которых затратно по времени или ресурсам. Для простых функций, наоборот, они будут неэффективны. Метод золотого сечения и метод Фибоначчи обладают приблизительно одинаковой скоростью сходимости, которая лучше, чем у метода дихотомии.

4. Поиск интервала, содержащего минимум:

$X_0=14,5$

eps=1.000000e-01				
n	x_k	f(x_k)	интервал содержащий минимум	длина интервала
1	1,45667E+01	5,18778E+00	[1.450000e+01 , 1.463333e+01]	1,33333E-01
2	1,47000E+01	5,09000E+00	[1.456667e+01 , 1.483333e+01]	2,66667E-01
3	1,49667E+01	5,00111E+00	[1.470000e+01 , 1.523333e+01]	5,33333E-01
4	1,55000E+01	5,25000E+00	[1.496667e+01 , 1.603333e+01]	1,06667E+00

eps=1.000000e-02				
n	x_k	f(x_k)	интервал содержащий минимум	длина интервала
1	1,45067E+01	5,24338E+00	[1.450000e+01 , 1.451333e+01]	1,33333E-02
2	1,45200E+01	5,23040E+00	[1.450667e+01 , 1.453333e+01]	2,66667E-02
3	1,45467E+01	5,20551E+00	[1.452000e+01 , 1.457333e+01]	5,33333E-02
4	1,46000E+01	5,16000E+00	[1.454667e+01 , 1.465333e+01]	1,06667E-01
5	1,47067E+01	5,08604E+00	[1.460000e+01 , 1.481333e+01]	2,13333E-01
6	1,49200E+01	5,00640E+00	[1.470667e+01 , 1.513333e+01]	4,26667E-01
7	1,53467E+01	5,12018E+00	[1.492000e+01 , 1.577333e+01]	8,53333E-01

eps=1.000000e-03				
n	x_k	f(x_k)	интервал содержащий минимум	длина интервала
1	1,45007E+01	5,24933E+00	[1.450000e+01 , 1.450133e+01]	1,33333E-03
2	1,45020E+01	5,24800E+00	[1.450067e+01 , 1.450333e+01]	2,66667E-03
3	1,45047E+01	5,24536E+00	[1.450200e+01 , 1.450733e+01]	5,33333E-03
4	1,45100E+01	5,24010E+00	[1.450467e+01 , 1.451533e+01]	1,06667E-02
5	1,45207E+01	5,22976E+00	[1.451000e+01 , 1.453133e+01]	2,13333E-02
6	1,45420E+01	5,20976E+00	[1.452067e+01 , 1.456333e+01]	4,26667E-02
7	1,45847E+01	5,17250E+00	[1.454200e+01 , 1.462733e+01]	8,53333E-02
8	1,46700E+01	5,10890E+00	[1.458467e+01 , 1.475533e+01]	1,70667E-01
9	1,48407E+01	5,02539E+00	[1.467000e+01 , 1.501133e+01]	3,41333E-01
10	1,51820E+01	5,03312E+00	[1.484067e+01 , 1.552333e+01]	6,82667E-01

$X_0=14,8$

eps=1.000000e-01				
n	x_k	f(x_k)	интервал содержащий минимум	длина интервала
1	1,486667E+01	5,01778E+00	[1.480000e+01 , 1.493333e+01]	1,33333E-01
2	1,50000E+01	5,00000E+00	[1.486667e+01 , 1.513333e+01]	2,66667E-01
3	1,526667E+01	5,07111E+00	[1.500000e+01 , 1.553333e+01]	5,33333E-01

eps=1.000000e-02				
n	x_k	f(x_k)	интервал содержащий минимум	длина интервала
1	1,48067E+01	5,03738E+00	[1.480000e+01 , 1.481333e+01]	1,33333E-02
2	1,48200E+01	5,03240E+00	[1.480667e+01 , 1.483333e+01]	2,66667E-02
3	1,48467E+01	5,02351E+00	[1.482000e+01 , 1.487333e+01]	5,33333E-02
4	1,49000E+01	5,01000E+00	[1.484667e+01 , 1.495333e+01]	1,06667E-01
5	1,50067E+01	5,00004E+00	[1.490000e+01 , 1.511333e+01]	2,13333E-01
6	1,52200E+01	5,04840E+00	[1.500667e+01 , 1.543333e+01]	4,26667E-01

eps=1.000000e-03				
n	x_k	f(x_k)	интервал содержащий минимум	длина интервала
1	1,48007E+01	5,03973E+00	[1.480000e+01 , 1.480133e+01]	1,33333E-03
2	1,48020E+01	5,03920E+00	[1.480067e+01 , 1.480333e+01]	2,66667E-03
3	1,48047E+01	5,03816E+00	[1.480200e+01 , 1.480733e+01]	5,33333E-03
4	1,48100E+01	5,03610E+00	[1.480467e+01 , 1.481533e+01]	1,06667E-02
5	1,48207E+01	5,03216E+00	[1.481000e+01 , 1.483133e+01]	2,13333E-02
6	1,48420E+01	5,02496E+00	[1.482067e+01 , 1.486333e+01]	4,26667E-02
7	1,48847E+01	5,01330E+00	[1.484200e+01 , 1.492733e+01]	8,53333E-02
8	1,49700E+01	5,00090E+00	[1.488467e+01 , 1.505533e+01]	1,70667E-01
9	1,51407E+01	5,01979E+00	[1.497000e+01 , 1.531133e+01]	3,41333E-01

$X_0=14,9$

eps=1.000000e-01				
n	x_k	f(x_k)	интервал содержащий минимум	длина интервала
1	1,49667E+01	5,00111E+00	[1.490000e+01 , 1.503333e+01]	1,33333E-01
2	1,51000E+01	5,01000E+00	[1.496667e+01 , 1.523333e+01]	2,66667E-01

eps=1.000000e-02				
n	x_k	f(x_k)	интервал содержащий минимум	длина интервала
1	1,49067E+01	5,00871E+00	[1.490000e+01 , 1.491333e+01]	1,33333E-02
2	1,49200E+01	5,00640E+00	[1.490667e+01 , 1.493333e+01]	2,66667E-02
3	1,49467E+01	5,00284E+00	[1.492000e+01 , 1.497333e+01]	5,33333E-02
4	1,50000E+01	5,000000E+00	[1.494667e+01 , 1.505333e+01]	1,06667E-01
5	1,51067E+01	5,01138E+00	[1.500000e+01 , 1.521333e+01]	2,13333E-01

eps=1.000000e-03				
n	x_k	f(x_k)	интервал содержащий минимум	длина интервала
1	1,49007E+01	5,00987E+00	[1.490000e+01 , 1.490133e+01]	1,33333E-03
2	1,49020E+01	5,00960E+00	[1.490067e+01 , 1.490333e+01]	2,66667E-03
3	1,49047E+01	5,00909E+00	[1.490200e+01 , 1.490733e+01]	5,33333E-03
4	1,49100E+01	5,00810E+00	[1.490467e+01 , 1.491533e+01]	1,06667E-02
5	1,49207E+01	5,00629E+00	[1.491000e+01 , 1.493133e+01]	2,13333E-02
6	1,49420E+01	5,00336E+00	[1.492067e+01 , 1.496333e+01]	4,26667E-02
7	1,49847E+01	5,00024E+00	[1.494200e+01 , 1.502733e+01]	8,53333E-02
8	1,50700E+01	5,00490E+00	[1.498467e+01 , 1.515533e+01]	1,70667E-01

$X_0=14,9$

$h=0.5$

$X_0=14,9$

eps=1.000000e-01				
n	x_k	f(x_k)	интервал содержащий минимум	длина интервала
1	1,44E+01	5,16E+00	[1.490000e+01 , 1.390000e+01]	1,00E+00

$X_0=14,9$

$h=0.5$

$X_0=15,1$

eps=1.000000e-01				
n	x_k	f(x_k)	ин.содержащий минимум	длина интервала
1	1,46E+01	5,36E+00	[1.510000e+01 , 1.410000e+01]	1,00E+00

Выход:

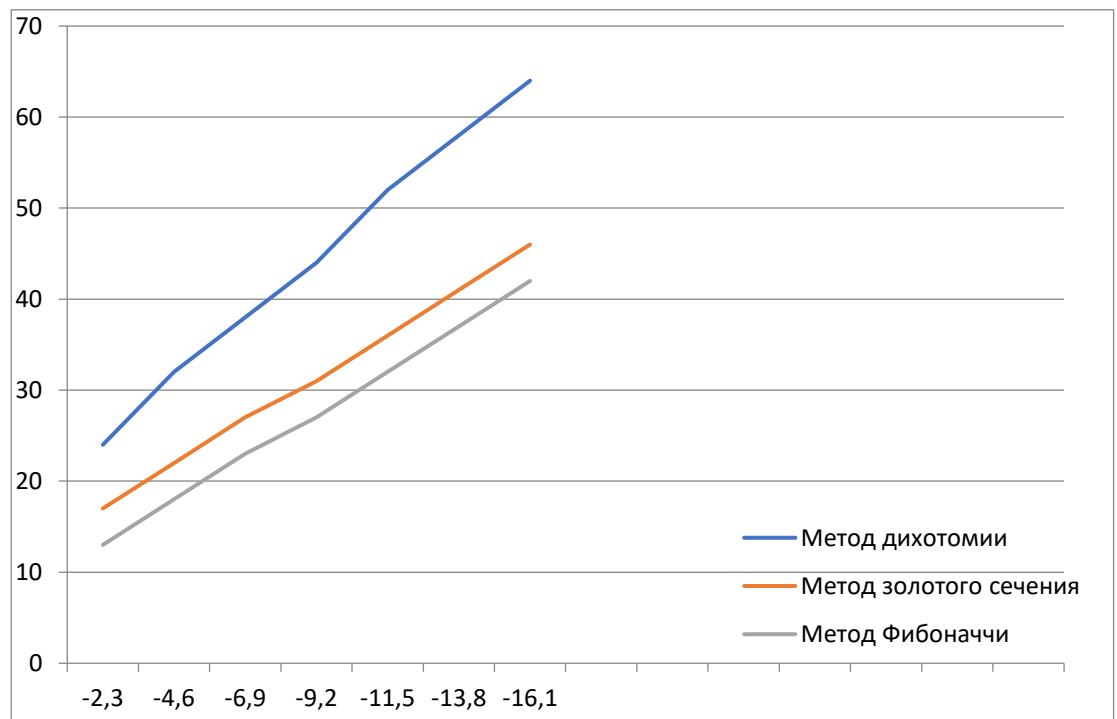
Практические результаты совпали с теоретическими выкладками.

5. Исследование зависимости количества вычислений функции от задаваемой точности:

5.1. Таблицы и график:

(График зависимости количества вычислений минимизируемой функции от логарифма задаваемой точности)

епсилон	логарифм епсилона
1,00E-01	-2,30258509
1,00E-02	-4,60517019
1,00E-03	-6,90775528
1,00E-04	-9,21034037
1,00E-05	-11,5129255
1,00E-06	-13,8155106
1,00E-07	-16,1180957



Метод дихотомии	
число итераций	число вычислений
12	24
16	32
19	38
22	44
26	52
29	58
32	64

Метод золотого сечения	
число итераций	число вычислений
16	17
21	22
26	27
30	31
35	36
40	41
45	46

Метод Фибоначчи	
число итераций	число вычислений
12	13
17	18
22	23
26	27
31	32
36	37
41	42

5.2. Вывод:

По графику видно линейную зависимость между количеством вычислений минимизируемой функции и логарифмом задаваемой точности ε . Отсюда следует: чем точнее необходимо решение, тем большее количество итераций необходимо сделать, но нельзя выходить за допустимый предел .

6. Текст программы:

```
#include <math.h>
#include <stdio.h>
#include <fstream>
#include <vector>
using namespace std;

const double x1 = 0, x2 = 10;
double f(double x)
{
    return (x - 15.0) * (x - 15.0) + 5.0;
}
void dichotomiya(double a, double b, double eps, double betta, ofstream& out)
{
    double f1, f2, x1, x2;
    double length, PREVlength;
    double div;
    length = abs(b - a);
    int iter = 0; //номер текущей итерации
    out << "n|\t" << "a\t\t " << "|\t" << "b\t\t " << "|\t" << "b(i)-a(i) \t|" <<
    "погрешность " << "|\t" << "x1\t\t |\t" << "x2\t\t |\t" << "f1\t\t|\t\t" << "f2" << endl;
    while (length > eps)
    {
        iter++;
        x1 = (a + b - betta) / 2.0;
        x2 = (a + b + betta) / 2.0;
        f1 = f(x1);
        f2 = f(x2);
        if (f1 < f2)
            b = x2;
        else
            a = x1;
        PREVlength = length;
        length = abs(b - a);
        div = PREVlength / length;
        out.setf(ios::scientific);
        out << iter << "|\t" << a << "|\t" << b << "|\t" << length << "|\t" << div << "|\t"
        << x1 << "|\t" << x2 << "|\t" << f1 << "|\t" << f2 << endl;
    }
}
void golden_ratio(double a, double b, double eps, ofstream& out)
{
    double f1, f2, x1, x2;
    double length, PREVlength;
    double div;
    length = fabs(b - a);
    int iter = 0; //номер текущей итерации
    x1 = a + 0.381966011 * (b-a);
    x2 = a + 0.618003399 * (b-a);
    f1 = f(x1);
    f2 = f(x2);

    out << "n|\t" << "a\t\t " << "|\t" << "b\t\t " << "|\t" << "b(i)-a(i) \t|" <<
    "погрешность " << "|\t" << "x1\t\t |\t" << "x2\t\t |\t" << "f1\t\t|\t\t" << "f2" << endl;
    while (length > eps)
    {
```

```

    iter++;
    if (f1 <= f2)
    {
        b = x2;
        x2 = x1;
        f2 = f1;
        x1 = a + 0.381966011 * (b - a);
        f1 = f(x1);
    }
    else
    {
        a = x1;
        x1 = x2;
        f1 = f2;
        x2 = a + 0.618003399 * (b - a);
        f2 = f(x2);
    }
    PREVlength = length;
    length = abs(b - a);
    div = PREVlength / length;
    out.setf(ios::scientific);
    out << iter << " | " << a << " | " << b << " | " << length << " | " << div << " | " << x1 <<
    " | " << x2 << " | " << f1 << " | " << f2 << endl;
}
double F(int n)
{
    return (pow(1.0 + sqrt(5.0), n) / pow(2.0,n) - pow(1.0 - sqrt(5.0), n) / pow(2.0,n)) /
sqrt(5.0);
}
void Fibonacci(double a, double b, double eps, ofstream& out)
{
    double a0, b0;
    double f1, f2, x1, x2;
    double length, PREVlength;
    double div;
    int n=2,k;
    a0 = a;
    b0 = b;
    length = b - a;
    while ((b - a) / eps>=F(n+2)) n++;
    n = n - 1;
    x1 = a + (b - a)*F(n) / F(n + 2);
    x2 = a + (b - a)*F(n+1) / F(n + 2);
    f1 = f(x1);
    f2 = f(x2);
    out << "n|\t" << "a\t\t" << "|\t" << "b\t\t" << "|\t" << "b(i)-a(i)\t|"
"погрешность" << "|\t" << "x1\t\t" << "|\t" << "x2\t\t" << "|\t" << "f1\t\t|\t\t" << "f2" << endl;
    for (k = 1; k <n; k++)
    {
        if (f1 <f2)
        {
            b = x2;
            x2 = x1;
            x1 = a + (b-a)*F(n - k + 1) / F(n - k +3);
            f1 = f(x1);
        }
        else
        {
            a = x1;
            x1 = x2;
            x1= a + (b-a)*F(n - k + 2) / F(n - k +3);
            f2 = f(x2);
        }
    }
    PREVlength = length;
}

```

```

length = b - a;
div = PREVlength / length;
out.setf(ios::scientific);
out << k << "|" << a << "|" << b << "|" << length << "|" << div << "|" << x1 << "|" << x2 << "|" << f1 << "|" << f2 << endl;
}
out << endl;
}
void Interval(double a, double b, double eps, ofstream& out)
{
    double x0 = 15.1;
    double x1=0,f0,f1;
    double length;
    int iter = 1;
//    double betta = eps/3;
    double h = 0.5;
    out << "n | \t" << "x_k\t\t" << "| \t" << "f(x_k)\t" << "|" << "интервал
содержащий минимум\t| " << "длина интервала" << endl;
f0 = f(x0);
f1 = f(x0+h);
if (f0> f1)
{
    x1= x0 + h;
    length = fabs(h * 2);
    out.setf(ios::scientific);
    out << iter << " | " << x1 << " | " << f1 << " | " << " [ " << x1 - h << " , " <<
x1 + h << " ] " << " | " << length << endl;
}
else
{
    x1 = x0 - h;
    h = -h;
    length = fabs(h * 2);
    out.setf(ios::scientific);
    out << iter << " | " << x1 << " | " << f1 << " | " << " [ " << x1 - h << " , " <<
x1 + h << " ] " << " | " << length << endl;
}
h *= 2;
x1 = x0 + h;

f0 = f(x0);
f1 = f(x1);

x0 = x1;

while (f0>f1)
{
    iter++;
    h *= 2;
    x1 = x0 + h;

    f0 = f(x0);
    f1 = f(x1);

    x0 = x1;

    length = fabs(h*2);
    out.setf(ios::scientific);
    out << iter << " | " << x1 << " | " << f1 << " | " << " [ " << x1 - h << " , " << x1 + h << " ] " << " |
"<<length<< endl;
}
out << endl;
}
int main()
{

```

```

double a = 2,b = 200;
double eps ;
double betta ;
ofstream fout;
fout.open("dichotomy.txt");
for (eps = 1.E-1; eps > 1.E-7; eps *= 1.E-1)
{
    fout <<"eps="<<eps << endl;
    betta = eps / 2.0;
    dichotomy(a, b, eps, betta, fout);
}

fout.close();
fout.open("golden.txt");
for (eps = 1.E-1; eps > 1.E-7; eps *= 1.E-1)
{
    fout << "eps=" << eps << endl;
    golden_ratio(a, b, eps, fout);
}

fout.close();
fout.open("fibonacci.txt");
for (eps = 1.E-1; eps > 1.E-7; eps *= 1.E-1)
{
    fout << "eps=" << eps << endl;
    Fibonacci(a, b, eps, fout);
}

fout.close();

fout.open("interval.txt");
for (eps = 1.E-1; eps > 1.E-7; eps *= 1.E-1)
{
    fout << "eps=" << eps << endl;
    Interval(a,b,eps, fout);
}

fout.close();
}

```