|  |  |
| --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  «Пермский государственный национальный исследовательский университет» | |
| **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ** *Лабораторная работа №\_7\_*  **«**Численное решение краевых задач для ОДУ.  Численное решение уравнения теплопроводности**»** | |
| Варианты: №3, №6 | |
|  | Работу выполнили студенты группы ПМИ-2-16  Мироненко Анастасия Олеговна,  Зимин Илья Владимирович |
| Оценка отчета   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | Баллы |  | | Конспект | 1 |  | | Опоздание с отчетом | -0.05 день |  | | Попытки | -0.5 попыт. |  | | Замечания к отчету | -0.25 зам. |  | | Программа | 1 |  | | Выводы  (Заключение) | 1 |  | | Защита | 1 |  | | ИТОГО: |  |  | | Проверил:  профессор, доктор физико-математических наук  С. В. Русаков  “\_\_\_\_” 2018 г. |
| Пермь 2018 | |

**Содержание**

[1. Задание. 3](#_Toc525161389)

[2. Исходные данные. 4](#_Toc525161390)

[3. Решение 5](#_Toc525161391)

[4. Краткие выводы. 6](#_Toc525161392)

[5. Текст программы. 7](#_Toc525161393)

1. **Задание**

**Задача 1.**

Дана краевая задача вида:

***Y''(x) + A(x)Y'(x) - B(x)Y(x) + C(x)⋅sin(Y(x))=F(x), B(x)≥0,* (1)**

***Y(0)=1, Y(1)=2.* (2)**

Решить задачу (1)-(2) методом стрельб, используя метод Рунге-Кутты 4-го порядка точности с автоматическим выбором шага (*ε1=10-5*), обеспечив выполнение граничного условия при *x=1* с точностью *ε=10-4.*

***Указания для задачи 1.***

При отладке использовать метод пробных функций, задавая правую часть уравнения (1) в виде



где



*Variant* – номер варианта задания.

Начинать вычисления с шага h=0.1; на каждой итерации выдавать ее номер, полученное значение Y(1) и максимальную погрешность численного решения.

После завершения расчетов выдать полученный результат в виде таблицы (x, численное решение, точное решение, погрешность). Кроме того, выдать максимальную по модулю погрешность.

**Задача 2.**

Для уравнения теплопроводности дана начально-краевая задача:

 (3)

 (4)

Значение коэффициента температуропроводности

1. , b) 

Решить задачу (3)-(4) методом конечных разностей на равномерной разностной сетке , используя при этом явную разностную схему:



и неявную разностную схему:



для реализации которой воспользоваться алгоритмом прогонки.

.

***Указания для задачи 2.***

Функцию ***f(t,x)*** выбирать таким образом, чтобы точным решение задачи (3)-(4) явилась функция ***u(t,x)=x+0.1·t·sin(πx)·Variant.***

Провести расчеты на трех сетка при N=8, 16, 32, использовать шаг по времени  для явной схемы и  для неявной.

В процессе вычислений для каждого момента времени выдавать значение .

В конечный момент времени выдавать значения  и максимальное значение из погрешностей 

1. **Исходные данные**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вариант №3: | Вариант №6 | |
|  | |  |

1. **Решение**

В данном разделе будут приведены результаты, а также подробные шаги выполнения программы, на примере двух уравнений: №3 и №6.

На вход программе ничего подавать не нужно, указанные варианты статически внесены в код программы. Программа автоматически генерирует файл «output.txt» и выводит в него все необходимые данные.

При вычислении погрешностей в «методе стрельб» использовался тип float, поэтому знаки, идущие после 5-го знака после запятой, могут быть неточны.

# **Набор №3.**

# 

**Файл «output.txt»:**

**МЕТОД CТРЕЛЬБ**

Itr| z(0)| y(0)| Delta|

1| 0.00000| -201.96170| 203.961700620040688|

2| 3.00000| 407.95216| 405.952158551484956|

3| 1.50000| 103.53044| 101.530440134145834|

4| 0.75000| -49.04289| 51.042888985867421|

5| 1.12500| 27.39875| 25.398745233487887|

6| 0.93750| -10.75975| 12.759754381686369|

7| 1.03125| 8.35754| 6.357540859517423|

8| 0.98438| -1.16350| 3.163501190284017|

9| 1.00781| 3.60541| 1.605412770610533|

10| 0.99609| 1.20463| 0.795366276159231|

11| 1.00195| 2.40001| 0.400005573030097|

12| 0.99902| 1.80056| 0.199439817167842|

13| 1.00049| 2.09987| 0.099865931608367|

14| 0.99976| 1.95010| 0.049896932452254|

15| 1.00012| 2.02496| 0.024957545593853|

16| 0.99994| 1.98752| 0.012476511100033|

17| 1.00003| 2.00624| 0.006238822029494|

18| 0.99998| 1.99688| 0.003119269533834|

19| 1.00001| 2.00156| 0.001559670145093|

20| 1.00000| 1.99922| 0.000779826238241|

21| 1.00000| 2.00039| 0.000389915319998|

22| 1.00000| 1.99981| 0.000194957117903|

23| 1.00000| 2.00010| 9.74786859613e-05|

24| 1.00000| 1.99995| 4.87393195465e-05|

25| 1.00000| 2.00002| 2.43696572917e-05|

26| 1.00000| 1.99999| 1.21848382062e-05|

27| 1.00000| 2.00001| 6.09240784932e-06|

28| 1.00000| 2.00000| 3.04621502956e-06|

29| 1.00000| 2.00000| 1.52309668344e-06|

30| 1.00000| 2.00000| 7.61559466822e-07|

**Максимальная по модулю погрешность**: 405.95215855148

x| y(x)| Yпр| z(x)| Delta|

0.00000| 1.00000| 1.00000| 1.00000| 0.0|

0.00625| 1.00625| 1.00625| 1.00158| 2.51929588302e-11|

0.01250| 1.01253| 1.01253| 1.00618| 5.45901102100e-11|

0.01875| 1.01884| 1.01884| 1.01355| 8.88307205571e-11|

0.02500| 1.02520| 1.02520| 1.02347| 1.28636434837e-10|

0.03125| 1.03163| 1.03163| 1.03573| 1.74823489019e-10|

0.03750| 1.03815| 1.03815| 1.05012| 2.28315144568e-10|

0.04375| 1.04477| 1.04477| 1.06642| 2.90146129345e-10|

0.05000| 1.05149| 1.05149| 1.08445| 3.61481511391e-10|

0.05625| 1.05832| 1.05832| 1.10402| 4.43622694135e-10|

0.06250| 1.06529| 1.06529| 1.12494| 5.38024291785e-10|

0.06875| 1.07239| 1.07239| 1.14703| 6.46308562224e-10|

0.07500| 1.07963| 1.07963| 1.17014| 7.70277397422e-10|

0.08125| 1.08702| 1.08702| 1.19409| 9.11928532688e-10|

0.08750| 1.09456| 1.09456| 1.21873| 1.07347020162e-09|

0.09375| 1.10225| 1.10225| 1.24392| 1.25734045398e-09|

0.10000| 1.11011| 1.11011| 1.26950| 1.46621781383e-09|

0.10625| 1.11812| 1.11812| 1.29534| 1.70304570446e-09|

0.11250| 1.12630| 1.12630| 1.32131| 1.97104332855e-09|

0.11875| 1.13464| 1.13464| 1.34728| 2.27372454198e-09|

0.12500| 1.14314| 1.14314| 1.37314| 2.61491428510e-09|

0.13125| 1.15180| 1.15180| 1.39877| 2.99876434795e-09|

0.13750| 1.16062| 1.16062| 1.42407| 3.42977268808e-09|

0.14375| 1.16960| 1.16960| 1.44893| 3.91279275647e-09|

0.15000| 1.17873| 1.17873| 1.47325| 4.45304793040e-09|

0.15625| 1.18802| 1.18802| 1.49695| 5.05614994317e-09|

0.16250| 1.19744| 1.19744| 1.51994| 5.72809932819e-09|

0.16875| 1.20701| 1.20701| 1.54214| 6.47530007392e-09|

0.17500| 1.21672| 1.21672| 1.56347| 7.30456739539e-09|

0.18125| 1.22655| 1.22655| 1.58387| 8.22312640203e-09|

0.18750| 1.23652| 1.23652| 1.60326| 9.23861520619e-09|

0.19375| 1.24659| 1.24659| 1.62159| 1.03590804823e-08|

0.20000| 1.25678| 1.25678| 1.63880| 1.15929734701e-08|

0.20625| 1.26708| 1.26708| 1.65485| 1.29491373180e-08|

0.21250| 1.27747| 1.27747| 1.66967| 1.44367937605e-08|

0.21875| 1.28794| 1.28794| 1.68324| 1.60655220238e-08|

0.22500| 1.29850| 1.29850| 1.69552| 1.78452363997e-08|

0.23125| 1.30914| 1.30914| 1.70646| 1.97861580453e-08|

0.23750| 1.31983| 1.31983| 1.71605| 2.18987801226e-08|

0.24375| 1.33058| 1.33058| 1.72425| 2.41938267198e-08|

0.25000| 1.34138| 1.34138| 1.73105| 2.66822115513e-08|

0.25625| 1.35222| 1.35222| 1.73643| 2.93749862212e-08|

0.26250| 1.36308| 1.36308| 1.74038| 3.22832836019e-08|

0.26875| 1.37397| 1.37397| 1.74288| 3.54182596585e-08|

0.27500| 1.38487| 1.38487| 1.74393| 3.87910292776e-08|

0.28125| 1.39577| 1.39577| 1.74352| 4.24125925491e-08|

0.28750| 1.40666| 1.40666| 1.74167| 4.62937606027e-08|

0.29375| 1.41753| 1.41753| 1.73837| 5.04450805572e-08|

0.30000| 1.42838| 1.42838| 1.73363| 5.48767538078e-08|

0.30625| 1.43920| 1.43920| 1.72746| 5.95985454321e-08|

0.31250| 1.44997| 1.44997| 1.71987| 6.46197040322e-08|

0.31875| 1.46070| 1.46070| 1.71088| 6.99488729161e-08|

0.32500| 1.47136| 1.47136| 1.70052| 7.55939968400e-08|

0.33125| 1.48195| 1.48195| 1.68879| 8.15622360761e-08|

0.33750| 1.49247| 1.49247| 1.67574| 8.78598789278e-08|

0.34375| 1.50289| 1.50289| 1.66138| 9.44922566859e-08|

0.35000| 1.51323| 1.51323| 1.64574| 1.01463657698e-07|

0.35625| 1.52346| 1.52346| 1.62887| 1.08777252761e-07|

0.36250| 1.53359| 1.53359| 1.61078| 1.16435020736e-07|

0.36875| 1.54360| 1.54360| 1.59152| 1.24437677496e-07|

0.37500| 1.55348| 1.55348| 1.57113| 1.32784617524e-07|

0.38125| 1.56323| 1.56323| 1.54965| 1.41473862181e-07|

0.38750| 1.57285| 1.57285| 1.52713| 1.50502012186e-07|

0.39375| 1.58232| 1.58232| 1.50359| 1.59864210758e-07|

0.40000| 1.59164| 1.59164| 1.47910| 1.69554124296e-07|

0.40625| 1.60081| 1.60081| 1.45370| 1.79563925062e-07|

0.41250| 1.60981| 1.60981| 1.42744| 1.89884286739e-07|

0.41875| 1.61865| 1.61865| 1.40037| 2.00504395531e-07|

0.42500| 1.62731| 1.62731| 1.37255| 2.11411971485e-07|

0.43125| 1.63580| 1.63580| 1.34402| 2.22593296240e-07|

0.43750| 1.64411| 1.64411| 1.31484| 2.34033263879e-07|

0.44375| 1.65224| 1.65224| 1.28506| 2.45715434444e-07|

0.45000| 1.66017| 1.66018| 1.25476| 2.57622102096e-07|

0.45625| 1.66792| 1.66792| 1.22397| 2.69734376390e-07|

0.46250| 1.67547| 1.67547| 1.19276| 2.82032270427e-07|

0.46875| 1.68283| 1.68283| 1.16119| 2.94494804987e-07|

0.47500| 1.68999| 1.68999| 1.12931| 3.07100112229e-07|

0.48125| 1.69695| 1.69695| 1.09720| 3.19825557815e-07|

0.48750| 1.70370| 1.70370| 1.06490| 3.32647865031e-07|

0.49375| 1.71026| 1.71026| 1.03248| 3.45543243130e-07|

0.50000| 1.71661| 1.71661| 1.00000| 3.58487524998e-07|

0.50625| 1.72276| 1.72276| 0.96752| 3.71456304604e-07|

0.51250| 1.72870| 1.72870| 0.93510| 3.84425079103e-07|

0.51875| 1.73445| 1.73445| 0.90280| 3.97369389837e-07|

0.52500| 1.73999| 1.73999| 0.87068| 4.10264963557e-07|

0.53125| 1.74533| 1.74533| 0.83881| 4.23087851642e-07|

0.53750| 1.75047| 1.75047| 0.80724| 4.35814565769e-07|

0.54375| 1.75542| 1.75542| 0.77603| 4.48422210475e-07|

0.55000| 1.76017| 1.76018| 0.74524| 4.60888606835e-07|

0.55625| 1.76474| 1.76474| 0.71493| 4.73192409700e-07|

0.56250| 1.76911| 1.76911| 0.68516| 4.85313221388e-07|

0.56875| 1.77330| 1.77330| 0.65598| 4.97231691821e-07|

0.57500| 1.77731| 1.77731| 0.62745| 5.08929609788e-07|

0.58125| 1.78115| 1.78115| 0.59962| 5.20389983327e-07|

0.58750| 1.78481| 1.78481| 0.57256| 5.31597113218e-07|

0.59375| 1.78831| 1.78831| 0.54629| 5.42536646719e-07|

0.60000| 1.79164| 1.79164| 0.52089| 5.53195626418e-07|

0.60625| 1.79482| 1.79482| 0.49640| 5.63562527756e-07|

0.61250| 1.79785| 1.79785| 0.47287| 5.73627279232e-07|

0.61875| 1.80073| 1.80073| 0.45034| 5.83381273955e-07|

0.62500| 1.80348| 1.80348| 0.42886| 5.92817368528e-07|

0.63125| 1.80610| 1.80610| 0.40847| 6.01929876609e-07|

0.63750| 1.80859| 1.80859| 0.38922| 6.10714540272e-07|

0.64375| 1.81096| 1.81096| 0.37113| 6.19168501581e-07|

0.65000| 1.81323| 1.81323| 0.35425| 6.27290264621e-07|

0.65625| 1.81539| 1.81539| 0.33862| 6.35079637323e-07|

0.66250| 1.81746| 1.81747| 0.32426| 6.42537680395e-07|

0.66875| 1.81945| 1.81945| 0.31120| 6.49666640484e-07|

0.67500| 1.82136| 1.82136| 0.29948| 6.56469882010e-07|

0.68125| 1.82320| 1.82320| 0.28912| 6.62951811448e-07|

0.68750| 1.82497| 1.82497| 0.28013| 6.69117795171e-07|

0.69375| 1.82670| 1.82670| 0.27254| 6.74974079740e-07|

0.70000| 1.82838| 1.82838| 0.26637| 6.80527710850e-07|

0.70625| 1.83003| 1.83003| 0.26163| 6.85786440302e-07|

0.71250| 1.83166| 1.83166| 0.25833| 6.90758650057e-07|

0.71875| 1.83327| 1.83327| 0.25647| 6.95453253874e-07|

0.72500| 1.83487| 1.83487| 0.25607| 6.99879628030e-07|

0.73125| 1.83647| 1.83647| 0.25712| 7.04047520061e-07|

0.73750| 1.83808| 1.83808| 0.25962| 7.07966971047e-07|

0.74375| 1.83972| 1.83972| 0.26357| 7.11648241003e-07|

0.75000| 1.84138| 1.84138| 0.26895| 7.15101737159e-07|

0.75625| 1.84308| 1.84308| 0.27575| 7.18337944017e-07|

0.76250| 1.84483| 1.84483| 0.28395| 7.21367355849e-07|

0.76875| 1.84663| 1.84664| 0.29354| 7.24200426516e-07|

0.77500| 1.84850| 1.84850| 0.30448| 7.26847505073e-07|

0.78125| 1.85044| 1.85044| 0.31676| 7.29318796244e-07|

0.78750| 1.85246| 1.85247| 0.33033| 7.31624307360e-07|

0.79375| 1.85458| 1.85458| 0.34515| 7.33773815931e-07|

0.80000| 1.85678| 1.85678| 0.36120| 7.35776829464e-07|

0.80625| 1.85909| 1.85909| 0.37841| 7.37642563475e-07|

0.81250| 1.86151| 1.86152| 0.39674| 7.39379911074e-07|

0.81875| 1.86405| 1.86405| 0.41613| 7.40997424975e-07|

0.82500| 1.86672| 1.86672| 0.43653| 7.42503303730e-07|

0.83125| 1.86951| 1.86951| 0.45786| 7.43905375966e-07|

0.83750| 1.87244| 1.87244| 0.48006| 7.45211096831e-07|

0.84375| 1.87551| 1.87552| 0.50304| 7.46427541554e-07|

0.85000| 1.87873| 1.87873| 0.52674| 7.47561405001e-07|

0.85625| 1.88210| 1.88210| 0.55107| 7.48619004121e-07|

0.86250| 1.88562| 1.88562| 0.57593| 7.49606281714e-07|

0.86875| 1.88930| 1.88930| 0.60123| 7.50528811988e-07|

0.87500| 1.89314| 1.89314| 0.62686| 7.51391812326e-07|

0.88125| 1.89714| 1.89714| 0.65272| 7.52200150611e-07|

0.88750| 1.90130| 1.90130| 0.67869| 7.52958358108e-07|

0.89375| 1.90562| 1.90562| 0.70466| 7.53670642784e-07|

0.90000| 1.91011| 1.91011| 0.73050| 7.54340902853e-07|

0.90625| 1.91475| 1.91475| 0.75608| 7.54972741879e-07|

0.91250| 1.91956| 1.91956| 0.78127| 7.55569481203e-07|

0.91875| 1.92452| 1.92452| 0.80591| 7.56134179047e-07|

0.92500| 1.92963| 1.92963| 0.82986| 7.56669643387e-07|

0.93125| 1.93489| 1.93489| 0.85297| 7.57178444388e-07|

0.93750| 1.94029| 1.94029| 0.87506| 7.57662937279e-07|

0.94375| 1.94582| 1.94582| 0.89598| 7.58125269451e-07|

0.95000| 1.95148| 1.95149| 0.91555| 7.58567396675e-07|

0.95625| 1.95726| 1.95727| 0.93358| 7.58991101080e-07|

0.96250| 1.96315| 1.96315| 0.94988| 7.59397998706e-07|

0.96562| 1.96613| 1.96613| 0.95733| 7.59595609523e-07|

0.96875| 1.96913| 1.96913| 0.96427| 7.59789557492e-07|

0.97187| 1.97216| 1.97216| 0.97067| 7.59980003817e-07|

0.97500| 1.97520| 1.97520| 0.97653| 7.60167103264e-07|

0.97812| 1.97826| 1.97826| 0.98179| 7.60351001050e-07|

0.98125| 1.98134| 1.98134| 0.98645| 7.60531836175e-07|

0.98437| 1.98442| 1.98443| 0.99047| 7.60709740089e-07|

0.98750| 1.98753| 1.98753| 0.99382| 7.60884839357e-07|

0.99062| 1.99064| 1.99064| 0.99648| 7.61057251886e-07|

0.99375| 1.99375| 1.99375| 0.99842| 7.61227089807e-07|

0.99687| 1.99687| 1.99688| 0.99960| 7.61394461257e-07|

1.00000| 2.00000| 2.00000| 1.00000| 7.61559466822e-07|

**Максимальная по модулю погрешность: 7.61559466822e-07**

**МЕТОД КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ**

**ЯВНАЯ СХЕМА**

**N = 8**

t| delta|

0.020| 0 |

0.039| 2.88813543403155e-06 |

0.059| 8.55448319225793e-06 |

0.078| 1.68933038643404e-05 |

0.098| 2.78028825064780e-05 |

0.117| 4.11853754693770e-05 |

0.137| 5.69466630560012e-05 |

0.156| 7.49962077869482e-05 |

0.176| 9.52469180603988e-05 |

0.195| 0.000117615017001360 |

0.215| 0.000142019916302250 |

0.234| 0.000168384094865193 |

0.254| 0.000196632982063516 |

0.273| 0.000226694845446018 |

0.293| 0.000258500682715379 |

0.313| 0.000291984117817834 |

0.332| 0.000327081300987686 |

0.352| 0.000363730812596219 |

0.371| 0.000401873570660349 |

0.391| 0.000441452741870907 |

0.410| 0.000482413656007763 |

0.430| 0.000524703723612130 |

0.449| 0.000568272356792465 |

0.469| 0.000613070893043965 |

0.488| 0.000659052521968295 |

0.508| 0.000706172214781753 |

0.527| 0.000754386656506845 |

0.547| 0.000803654180743907 |

0.566| 0.000853934706926518 |

0.586| 0.000905189679963780 |

0.605| 0.000957382012180652 |

0.625| 0.001010476027467733 |

0.645| 0.001064437407556462 |

0.664| 0.001119233140339904 |

0.684| 0.001174831470159288 |

0.703| 0.001231201849984043 |

0.723| 0.001288314895410370 |

0.742| 0.001346142340411860 |

0.762| 0.001404656994773656 |

0.781| 0.001463832703146983 |

0.801| 0.001523644305661653 |

0.820| 0.001584067600037931 |

0.840| 0.001645079305140684 |

0.859| 0.001706657025919989 |

0.879| 0.001768779219686989 |

0.898| 0.001831425163672518 |

0.918| 0.001894574923820724 |

0.938| 0.001958209324770865 |

0.957| 0.002022309920980625 |

0.977| 0.002086858968949445 |

0.996| 0.002151839400498567 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.125| 0.24018|

0.250| 0.46282|

0.375| 0.65307|

0.500| 0.80098|

0.625| 0.90307|

0.750| 0.96282|

0.875| 0.99018|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.002151839400498567**

**N = 16**

t| delta|

0.005| 0 |

0.010| 4.53013909718081e-08 |

0.015| 1.35468946060868e-07 |

0.020| 2.70071620067647e-07 |

0.024| 4.48682508591425e-07 |

0.029| 6.70878809061470e-07 |

0.034| 9.36241780657987e-07 |

0.039| 1.24435670567635e-06 |

0.044| 1.59481285066931e-06 |

0.049| 1.98720342836634e-06 |

0.054| 2.42112555948193e-06 |

0.059| 2.89618023552318e-06 |

0.063| 3.41197228137524e-06 |

0.068| 3.96811031833089e-06 |

0.073| 4.56420672811930e-06 |

0.078| 5.19987761615770e-06 |

0.083| 5.87474277613520e-06 |

0.088| 6.58842565470774e-06 |

0.093| 7.34055331597094e-06 |

0.098| 8.13075640715422e-06 |

0.103| 8.95866912387078e-06 |

0.107| 9.82392917625585e-06 |

0.112| 1.07261777548828e-05 |

0.117| 1.16650594976786e-05 |

0.122| 1.26402224568389e-05 |

0.127| 1.36513180655218e-05 |

0.132| 1.46980011057618e-05 |

0.137| 1.57799296763850e-05 |

0.142| 1.68967651609231e-05 |

0.146| 1.80481721960835e-05 |

0.151| 1.92338186405516e-05 |

0.156| 2.04533755440162e-05 |

0.161| 2.17065171164155e-05 |

0.166| 2.29929206978507e-05 |

0.171| 2.43122667280549e-05 |

0.176| 2.56642387173045e-05 |

0.181| 2.70485232161111e-05 |

0.186| 2.84648097866880e-05 |

0.190| 2.99127909735297e-05 |

0.195| 3.13921622749902e-05 |

0.200| 3.29026221150830e-05 |

0.205| 3.44438718150597e-05 |

0.210| 3.60156155655433e-05 |

0.215| 3.76175603992168e-05 |

0.220| 3.92494161635115e-05 |

0.225| 4.09108954931847e-05 |

0.229| 4.26017137841184e-05 |

0.234| 4.43215891663407e-05 |

0.239| 4.60702424779358e-05 |

0.244| 4.78473972389537e-05 |

0.249| 4.96527796256530e-05 |

0.254| 5.14861184451876e-05 |

0.259| 5.33471451099610e-05 |

0.264| 5.52355936128679e-05 |

0.269| 5.71512005025365e-05 |

0.273| 5.90937048585705e-05 |

0.278| 6.10628482672348e-05 |

0.283| 6.30583747976976e-05 |

0.288| 6.50800309777155e-05 |

0.293| 6.71275657703196e-05 |

0.298| 6.92007305505005e-05 |

0.303| 7.12992790816713e-05 |

0.308| 7.34229674929088e-05 |

0.313| 7.55715542565261e-05 |

0.317| 7.77448001649805e-05 |

0.322| 7.99424683090022e-05 |

0.327| 8.21643240553893e-05 |

0.332| 8.44101350251369e-05 |

0.337| 8.66796710717876e-05 |

0.342| 8.89727042600041e-05 |

0.347| 9.12890088443641e-05 |

0.352| 9.36283612480437e-05 |

0.356| 9.59905400425010e-05 |

0.361| 9.83753259262699e-05 |

0.366| 0.000100782501704977 |

0.371| 0.000103211852270912 |

0.376| 0.000105663164582714 |

0.381| 0.000108136227646161 |

0.386| 0.000110630832493852 |

0.391| 0.000113146772166228 |

0.396| 0.000115683841691916 |

0.400| 0.000118241838068744 |

0.405| 0.000120820560244983 |

0.410| 0.000123419809100356 |

0.415| 0.000126039387427723 |

0.420| 0.000128679099914542 |

0.425| 0.000131338753124655 |

0.430| 0.000134018155480420 |

0.435| 0.000136717117244722 |

0.439| 0.000139435450503100 |

0.444| 0.000142172969146870 |

0.449| 0.000144929488854917 |

0.454| 0.000147704827077377 |

0.459| 0.000150498803017873 |

0.464| 0.000153311237617193 |

0.469| 0.000156141953536304 |

0.474| 0.000158990775140144 |

0.479| 0.000161857528480747 |

0.483| 0.000164742041281474 |

0.488| 0.000167644142920809 |

0.493| 0.000170563664416479 |

0.498| 0.000173500438409691 |

0.503| 0.000176454299149476 |

0.508| 0.000179425082477258 |

0.513| 0.000182412625811645 |

0.518| 0.000185416768133329 |

0.522| 0.000188437349969761 |

0.527| 0.000191474213380616 |

0.532| 0.000194527201942907 |

0.537| 0.000197596160736668 |

0.542| 0.000200680936329967 |

0.547| 0.000203781376765244 |

0.552| 0.000206897331544664 |

0.557| 0.000210028651616345 |

0.562| 0.000213175189360371 |

0.566| 0.000216336798575134 |

0.571| 0.000219513334463572 |

0.576| 0.000222704653619843 |

0.581| 0.000225910614015667 |

0.586| 0.000229131074987343 |

0.591| 0.000232365897222753 |

0.596| 0.000235614942748041 |

0.601| 0.000238878074914850 |

0.605| 0.000242155158387880 |

0.610| 0.000245446059131793 |

0.615| 0.000248750644399220 |

0.620| 0.000252068782717885 |

0.625| 0.000255400343878831 |

0.630| 0.000258745198923993 |

0.635| 0.000262103220134202 |

0.640| 0.000265474281017308 |

0.645| 0.000268858256296522 |

0.649| 0.000272255021898760 |

0.654| 0.000275664454942537 |

0.659| 0.000279086433727316 |

0.664| 0.000282520837721734 |

0.669| 0.000285967547552168 |

0.674| 0.000289426444992080 |

0.679| 0.000292897412950688 |

0.684| 0.000296380335462310 |

0.688| 0.000299875097675151 |

0.693| 0.000303381585840867 |

0.698| 0.000306899687304130 |

0.703| 0.000310429290491854 |

0.708| 0.000313970284902654 |

0.713| 0.000317522561097072 |

0.718| 0.000321086010687033 |

0.723| 0.000324660526325515 |

0.728| 0.000328246001697119 |

0.732| 0.000331842331507737 |

0.737| 0.000335449411474786 |

0.742| 0.000339067138317772 |

0.747| 0.000342695409748295 |

0.752| 0.000346334124460723 |

0.757| 0.000349983182122648 |

0.762| 0.000353642483365557 |

0.767| 0.000357311929775839 |

0.771| 0.000360991423885126 |

0.776| 0.000364680869161527 |

0.781| 0.000368380170000737 |

0.786| 0.000372089231716610 |

0.791| 0.000375807960533048 |

0.796| 0.000379536263574787 |

0.801| 0.000383274048858628 |

0.806| 0.000387021225285444 |

0.811| 0.000390777702630962 |

0.815| 0.000394543391537994 |

0.820| 0.000398318203507775 |

0.825| 0.000402102050891751 |

0.830| 0.000405894846883470 |

0.835| 0.000409696505510371 |

0.840| 0.000413506941625896 |

0.845| 0.000417326070901614 |

0.850| 0.000421153809819330 |

0.854| 0.000424990075662879 |

0.859| 0.000428834786511234 |

0.864| 0.000432687861230074 |

0.869| 0.000436549219464677 |

0.874| 0.000440418781632368 |

0.879| 0.000444296468914973 |

0.884| 0.000448182203251712 |

0.889| 0.000452075907331539 |

0.894| 0.000455977504586258 |

0.898| 0.000459886919183194 |

0.903| 0.000463804076018537 |

0.908| 0.000467728900709674 |

0.913| 0.000471661319588867 |

0.918| 0.000475601259695924 |

0.923| 0.000479548648771755 |

0.928| 0.000483503415251385 |

0.933| 0.000487465488257510 |

0.938| 0.000491434797593615 |

0.942| 0.000495411273737756 |

0.947| 0.000499394847835788 |

0.952| 0.000503385451695149 |

0.957| 0.000507383017778418 |

0.962| 0.000511387479196879 |

0.967| 0.000515398769704634 |

0.972| 0.000519416823692276 |

0.977| 0.000523441576180450 |

0.981| 0.000527472962814302 |

0.986| 0.000531510919857259 |

0.991| 0.000535555384184927 |

0.996| 0.000539606293279649 |

1.001| 0.000543663585224063 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.063| 0.12119|

0.125| 0.24013|

0.188| 0.35464|

0.250| 0.46272|

0.313| 0.56264|

0.375| 0.65294|

0.438| 0.73256|

0.500| 0.80084|

0.563| 0.85756|

0.625| 0.90294|

0.688| 0.93764|

0.750| 0.96272|

0.813| 0.97964|

0.875| 0.99013|

0.938| 0.99619|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.000543663585224063**

**N = 32**

t| delta|

0.001| 0 |

0.002| 7.08516689762462e-10 |

0.004| 2.12384443365465e-09 |

0.005| 4.24428125977983e-09 |

0.006| 7.06812952611102e-09 |

0.007| 1.05936958094688e-08 |

0.009| 1.48192905724542e-08 |

0.010| 1.97432283854937e-08 |

0.011| 2.53638279268387e-08 |

0.012| 3.16794118715436e-08 |

0.013| 3.86883068914656e-08 |

0.015| 4.63888437662874e-08 |

0.016| 5.47793573835165e-08 |

0.017| 6.38581864054188e-08 |

0.018| 7.36236736020857e-08 |

0.020| 8.40741658514332e-08 |

0.021| 9.52080139171585e-08 |

0.022| 1.07023572448739e-07 |

0.023| 1.19519200092455e-07 |

0.024| 1.32693259602412e-07 |

0.026| 1.46544117507474e-07 |

0.027| 1.61070144333308e-07 |

0.028| 1.76269714602384e-07 |

0.029| 1.92141206500906e-07 |

0.031| 2.08683002433929e-07 |

0.032| 2.25893488359219e-07 |

0.033| 2.43771054564412e-07 |

0.034| 2.62314094778837e-07 |

0.035| 2.81521006839647e-07 |

0.037| 3.01390192469775e-07 |

0.038| 3.21920057055891e-07 |

0.039| 3.43109009870446e-07 |

0.040| 3.64955464182692e-07 |

0.042| 3.87457836925620e-07 |

0.043| 4.10614548806976e-07 |

0.044| 4.34424024531310e-07 |

0.045| 4.58884692466910e-07 |

0.046| 4.83994984756819e-07 |

0.048| 5.09753337318841e-07 |

0.049| 5.36158189956559e-07 |

0.050| 5.63207986026271e-07 |

0.051| 5.90901172659031e-07 |

0.052| 6.19236200982698e-07 |

0.054| 6.48211525677844e-07 |

0.055| 6.77825604977755e-07 |

0.056| 7.08076901112520e-07 |

0.057| 7.38963879975962e-07 |

0.059| 7.70485010903599e-07 |

0.060| 8.02638767116726e-07 |

0.061| 8.35423625500376e-07 |

0.062| 8.68838066714339e-07 |

0.063| 9.02880574749076e-07 |

0.065| 9.37549637591850e-07 |

0.066| 9.72843746671614e-07 |

0.067| 1.00876139708106e-06 |

0.068| 1.04530108768763e-06 |

0.070| 1.08246132068945e-06 |

0.071| 1.12024060205940e-06 |

0.072| 1.15863744143407e-06 |

0.073| 1.19765035200281e-06 |

0.074| 1.23727785028560e-06 |

0.076| 1.27751845679924e-06 |

0.077| 1.31837069528018e-06 |

0.078| 1.35983309312859e-06 |

0.079| 1.40190418140840e-06 |

0.081| 1.44458249451418e-06 |

0.082| 1.48786657050426e-06 |

0.083| 1.53175495087865e-06 |

0.084| 1.57624618080110e-06 |

0.085| 1.62133880876603e-06 |

0.087| 1.66703138682056e-06 |

0.088| 1.71332247045353e-06 |

0.089| 1.76021061870646e-06 |

0.090| 1.80769439417361e-06 |

0.092| 1.85577236266887e-06 |

0.093| 1.90444309366988e-06 |

0.094| 1.95370515998494e-06 |

0.095| 2.00355713786404e-06 |

0.096| 2.05399760699887e-06 |

0.098| 2.10502515063382e-06 |

0.099| 2.15663835523294e-06 |

0.100| 2.20883581070197e-06 |

0.101| 2.26161611049935e-06 |

0.103| 2.31497785119217e-06 |

0.104| 2.36891963301122e-06 |

0.105| 2.42344005929596e-06 |

0.106| 2.47853773704954e-06 |

0.107| 2.53421127627274e-06 |

0.109| 2.59045929063006e-06 |

0.110| 2.64728039700568e-06 |

0.111| 2.70467321550338e-06 |

0.112| 2.76263636977969e-06 |

0.114| 2.82116848659975e-06 |

0.115| 2.88026819605935e-06 |

0.116| 2.93993413158500e-06 |

0.117| 3.00016493004485e-06 |

0.118| 3.06095923130467e-06 |

0.120| 3.12231567878296e-06 |

0.121| 3.18423291900682e-06 |

0.122| 3.24670960172302e-06 |

0.123| 3.30974438011999e-06 |

0.125| 3.37333591038380e-06 |

0.126| 3.43748285203116e-06 |

0.127| 3.50218386802048e-06 |

0.128| 3.56743762419676e-06 |

0.129| 3.63324278973565e-06 |

0.131| 3.69959803714348e-06 |

0.132| 3.76650204192419e-06 |

0.133| 3.83395348302340e-06 |

0.134| 3.90195104216229e-06 |

0.135| 3.97049340472577e-06 |

0.137| 4.03957925898535e-06 |

0.138| 4.10920729632114e-06 |

0.139| 4.17937621133291e-06 |

0.140| 4.25008470195110e-06 |

0.142| 4.32133146888170e-06 |

0.143| 4.39311521627239e-06 |

0.144| 4.46543465126847e-06 |

0.145| 4.53828848401283e-06 |

0.146| 4.61167542797902e-06 |

0.148| 4.68559419963821e-06 |

0.149| 4.76004351845916e-06 |

0.150| 4.83502210713027e-06 |

0.151| 4.91052869144859e-06 |

0.153| 4.98656199998671e-06 |

0.154| 5.06312076475890e-06 |

0.155| 5.14020372066604e-06 |

0.156| 5.21780960549556e-06 |

0.157| 5.29593716025456e-06 |

0.159| 5.37458512905875e-06 |

0.160| 5.45375225891043e-06 |

0.161| 5.53343729980948e-06 |

0.162| 5.61363900486445e-06 |

0.164| 5.69435613007041e-06 |

0.165| 5.77558743453110e-06 |

0.166| 5.85733168023683e-06 |

0.167| 5.93958763228652e-06 |

0.168| 6.02235405866569e-06 |

0.170| 6.10562973024642e-06 |

0.171| 6.18941342100943e-06 |

0.172| 6.27370390793303e-06 |

0.173| 6.35849997066007e-06 |

0.175| 6.44380039216408e-06 |

0.176| 6.52960395786106e-06 |

0.177| 6.61590945660873e-06 |

0.178| 6.70271567981828e-06 |

0.179| 6.79002142189855e-06 |

0.181| 6.87782548025595e-06 |

0.182| 6.96612665507246e-06 |

0.183| 7.05492374941663e-06 |

0.184| 7.14421556946565e-06 |

0.186| 7.23400092395021e-06 |

0.187| 7.32427862470963e-06 |

0.188| 7.41504748635879e-06 |

0.189| 7.50630632628813e-06 |

0.190| 7.59805396488566e-06 |

0.192| 7.69028922520398e-06 |

0.193| 7.78301093329326e-06 |

0.194| 7.87621791797921e-06 |

0.195| 7.96990901086314e-06 |

0.197| 8.06408304632189e-06 |

0.198| 8.15873886172991e-06 |

0.199| 8.25387529712618e-06 |

0.200| 8.34949119521422e-06 |

0.201| 8.44558540180618e-06 |

0.203| 8.54215676515668e-06 |

0.204| 8.63920413651798e-06 |

0.205| 8.73672636980682e-06 |

0.206| 8.83472232182658e-06 |

0.208| 8.93319085182309e-06 |

0.209| 9.03213082226184e-06 |

0.210| 9.13154109793979e-06 |

0.211| 9.23142054642945e-06 |

0.212| 9.33176803830094e-06 |

0.214| 9.43258244667788e-06 |

0.215| 9.53386264734846e-06 |

0.216| 9.63560751876535e-06 |

0.217| 9.73781594226786e-06 |

0.219| 9.84048680185978e-06 |

0.220| 9.94361898398743e-06 |

0.221| 1.00472113780947e-05 |

0.222| 1.01512628760680e-05 |

0.223| 1.02557723726804e-05 |

0.225| 1.03607387651472e-05 |

0.226| 1.04661609533485e-05 |

0.227| 1.05720378400509e-05 |

0.228| 1.06783683303524e-05 |

0.229| 1.07851513322377e-05 |

0.231| 1.08923857562448e-05 |

0.232| 1.10000705154656e-05 |

0.233| 1.11082045256561e-05 |

0.234| 1.12167867052371e-05 |

0.236| 1.13258159750718e-05 |

0.237| 1.14352912587989e-05 |

0.238| 1.15452114826109e-05 |

0.239| 1.16555755751424e-05 |

0.240| 1.17663824679148e-05 |

0.242| 1.18776310946700e-05 |

0.243| 1.19893203918142e-05 |

0.244| 1.21014492985294e-05 |

0.245| 1.22140167563289e-05 |

0.247| 1.23270217092797e-05 |

0.248| 1.24404631042241e-05 |

0.249| 1.25543398902250e-05 |

0.250| 1.26686510190099e-05 |

0.251| 1.27833954449708e-05 |

0.253| 1.28985721247199e-05 |

0.254| 1.30141800176453e-05 |

0.255| 1.31302180855775e-05 |

0.256| 1.32466852926783e-05 |

0.258| 1.33635806057741e-05 |

0.259| 1.34809029942451e-05 |

0.260| 1.35986514298025e-05 |

0.261| 1.37168248867114e-05 |

0.262| 1.38354223415682e-05 |

0.264| 1.39544427736338e-05 |

0.265| 1.40738851645006e-05 |

0.266| 1.41937484982035e-05 |

0.267| 1.43140317613311e-05 |

0.269| 1.44347339428030e-05 |

0.270| 1.45558540339819e-05 |

0.271| 1.46773910287834e-05 |

0.272| 1.47993439234551e-05 |

0.273| 1.49217117165756e-05 |

0.275| 1.50444934092775e-05 |

0.276| 1.51676880050244e-05 |

0.277| 1.52912945096118e-05 |

0.278| 1.54153119314993e-05 |

0.280| 1.55397392812562e-05 |

0.281| 1.56645755718943e-05 |

0.282| 1.57898198188677e-05 |

0.283| 1.59154710399623e-05 |

0.284| 1.60415282552950e-05 |

0.286| 1.61679904874257e-05 |

0.287| 1.62948567612453e-05 |

0.288| 1.64221261038655e-05 |

0.289| 1.65497975449513e-05 |

0.291| 1.66778701162773e-05 |

0.292| 1.68063428521714e-05 |

0.293| 1.69352147891821e-05 |

0.294| 1.70644849660784e-05 |

0.295| 1.71941524241825e-05 |

0.297| 1.73242162069265e-05 |

0.298| 1.74546753600735e-05 |

0.299| 1.75855289317184e-05 |

0.300| 1.77167759722874e-05 |

0.302| 1.78484155344272e-05 |

0.303| 1.79804466730049e-05 |

0.304| 1.81128684453302e-05 |

0.305| 1.82456799109332e-05 |

0.306| 1.83788801315643e-05 |

0.308| 1.85124681711946e-05 |

0.309| 1.86464430961264e-05 |

0.310| 1.87808039748827e-05 |

0.311| 1.89155498782068e-05 |

0.313| 1.90506798790624e-05 |

0.314| 1.91861930527448e-05 |

0.315| 1.93220884766587e-05 |

0.316| 1.94583652305402e-05 |

0.317| 1.95950223963459e-05 |

0.319| 1.97320590580308e-05 |

0.320| 1.98694743019923e-05 |

0.321| 2.00072672167373e-05 |

0.322| 2.01454368929932e-05 |

0.323| 2.02839824235967e-05 |

0.325| 2.04229029036052e-05 |

0.326| 2.05621974304071e-05 |

0.327| 2.07018651032786e-05 |

0.328| 2.08419050239383e-05 |

0.330| 2.09823162961031e-05 |

0.331| 2.11230980257104e-05 |

0.332| 2.12642493208071e-05 |

0.333| 2.14057692916603e-05 |

0.334| 2.15476570505357e-05 |

0.336| 2.16899117120306e-05 |

0.337| 2.18325323927404e-05 |

0.338| 2.19755182113701e-05 |

0.339| 2.21188682889562e-05 |

0.341| 2.22625817483113e-05 |

0.342| 2.24066577146909e-05 |

0.343| 2.25510953151264e-05 |

0.344| 2.26958936792032e-05 |

0.345| 2.28410519380606e-05 |

0.347| 2.29865692253917e-05 |

0.348| 2.31324446766656e-05 |

0.349| 2.32786774296834e-05 |

0.350| 2.34252666240220e-05 |

0.352| 2.35722114017012e-05 |

0.353| 2.37195109064059e-05 |

0.354| 2.38671642842636e-05 |

0.355| 2.40151706831782e-05 |

0.356| 2.41635292531628e-05 |

0.358| 2.43122391463402e-05 |

0.359| 2.44612995169424e-05 |

0.360| 2.46107095210890e-05 |

0.361| 2.47604683170088e-05 |

0.363| 2.49105750649292e-05 |

0.364| 2.50610289269648e-05 |

0.365| 2.52118290675618e-05 |

0.366| 2.53629746530537e-05 |

0.367| 2.55144648515504e-05 |

0.369| 2.56662988334933e-05 |

0.370| 2.58184757712110e-05 |

0.371| 2.59709948388087e-05 |

0.372| 2.61238552127230e-05 |

0.374| 2.62770560710557e-05 |

0.375| 2.64305965942402e-05 |

0.376| 2.65844759643752e-05 |

0.377| 2.67386933655578e-05 |

0.378| 2.68932479841055e-05 |

0.380| 2.70481390080013e-05 |

0.381| 2.72033656273374e-05 |

0.382| 2.73589270340935e-05 |

0.383| 2.75148224223587e-05 |

0.385| 2.76710509878875e-05 |

0.386| 2.78276119285437e-05 |

0.387| 2.79845044440785e-05 |

0.388| 2.81417277362417e-05 |

0.389| 2.82992810085592e-05 |

0.391| 2.84571634665554e-05 |

0.392| 2.86153743177531e-05 |

0.393| 2.87739127714515e-05 |

0.394| 2.89327780389481e-05 |

0.396| 2.90919693333169e-05 |

0.397| 2.92514858696302e-05 |

0.398| 2.94113268648477e-05 |

0.399| 2.95714915378165e-05 |

0.400| 2.97319791091599e-05 |

0.402| 2.98927888014999e-05 |

0.403| 3.00539198392347e-05 |

0.404| 3.02153714487607e-05 |

0.405| 3.03771428582511e-05 |

0.406| 3.05392332977661e-05 |

0.408| 3.07016419991424e-05 |

0.409| 3.08643681959930e-05 |

0.410| 3.10274111241515e-05 |

0.411| 3.11907700208947e-05 |

0.413| 3.13544441254976e-05 |

0.414| 3.15184326791229e-05 |

0.415| 3.16827349247095e-05 |

0.416| 3.18473501068617e-05 |

0.417| 3.20122774721820e-05 |

0.419| 3.21775162691607e-05 |

0.420| 3.23430657478418e-05 |

0.421| 3.25089251603794e-05 |

0.422| 3.26750937604814e-05 |

0.424| 3.28415708036323e-05 |

0.425| 3.30083555473148e-05 |

0.426| 3.31754472506773e-05 |

0.427| 3.33428451746443e-05 |

0.428| 3.35105485820275e-05 |

0.430| 3.36785567374154e-05 |

0.431| 3.38468689069504e-05 |

0.432| 3.40154843585516e-05 |

0.433| 3.41844023622473e-05 |

0.435| 3.43536221895091e-05 |

0.436| 3.45231431135851e-05 |

0.437| 3.46929644097216e-05 |

0.438| 3.48630853546084e-05 |

0.439| 3.50335052267114e-05 |

0.441| 3.52042233064953e-05 |

0.442| 3.53752388759787e-05 |

0.443| 3.55465512188458e-05 |

0.444| 3.57181596205569e-05 |

0.446| 3.58900633684600e-05 |

0.447| 3.60622617512352e-05 |

0.448| 3.62347540596719e-05 |

0.449| 3.64075395861141e-05 |

0.450| 3.65806176244599e-05 |

0.452| 3.67539874704947e-05 |

0.453| 3.69276484217806e-05 |

0.454| 3.71015997772117e-05 |

0.455| 3.72758408377916e-05 |

0.457| 3.74503709059670e-05 |

0.458| 3.76251892859614e-05 |

0.459| 3.78002952835521e-05 |

0.460| 3.79756882062932e-05 |

0.461| 3.81513673632927e-05 |

0.463| 3.83273320654354e-05 |

0.464| 3.85035816253820e-05 |

0.465| 3.86801153571259e-05 |

0.466| 3.88569325765475e-05 |

0.468| 3.90340326010818e-05 |

0.469| 3.92114147498290e-05 |

0.470| 3.93890783436657e-05 |

0.471| 3.95670227048006e-05 |

0.472| 3.97452471573301e-05 |

0.474| 3.99237510269046e-05 |

0.475| 4.01025336407290e-05 |

0.476| 4.02815943277846e-05 |

0.477| 4.04609324184957e-05 |

0.479| 4.06405472449523e-05 |

0.480| 4.08204381410204e-05 |

0.481| 4.10006044417877e-05 |

0.482| 4.11810454844508e-05 |

0.483| 4.13617606073169e-05 |

0.485| 4.15427491505804e-05 |

0.486| 4.17240104559902e-05 |

0.487| 4.19055438668492e-05 |

0.488| 4.20873487279039e-05 |

0.490| 4.22694243856769e-05 |

0.491| 4.24517701881344e-05 |

0.492| 4.26343854849076e-05 |

0.493| 4.28172696271822e-05 |

0.494| 4.30004219675872e-05 |

0.496| 4.31838418605279e-05 |

0.497| 4.33675286617419e-05 |

0.498| 4.35514817286320e-05 |

0.499| 4.37357004201555e-05 |

0.500| 4.39201840967129e-05 |

0.502| 4.41049321203701e-05 |

0.503| 4.42899438546362e-05 |

0.504| 4.44752186646857e-05 |

0.505| 4.46607559170253e-05 |

0.507| 4.48465549798271e-05 |

0.508| 4.50326152227065e-05 |

0.509| 4.52189360169442e-05 |

0.510| 4.54055167351530e-05 |

0.511| 4.55923567515004e-05 |

0.513| 4.57794554418189e-05 |

0.514| 4.59668121831625e-05 |

0.515| 4.61544263542502e-05 |

0.516| 4.63422973353556e-05 |

0.518| 4.65304245081954e-05 |

0.519| 4.67188072559299e-05 |

0.520| 4.69074449631623e-05 |

0.521| 4.70963370161614e-05 |

0.522| 4.72854828024172e-05 |

0.524| 4.74748817110848e-05 |

0.525| 4.76645331327630e-05 |

0.526| 4.78544364594935e-05 |

0.527| 4.80445910847616e-05 |

0.529| 4.82349964034956e-05 |

0.530| 4.84256518121784e-05 |

0.531| 4.86165567086250e-05 |

0.532| 4.88077104923157e-05 |

0.533| 4.89991125638412e-05 |

0.535| 4.91907623254573e-05 |

0.536| 4.93826591808633e-05 |

0.537| 4.95748025350906e-05 |

0.538| 4.97671917947251e-05 |

0.540| 4.99598263676848e-05 |

0.541| 5.01527056632201e-05 |

0.542| 5.03458290923575e-05 |

0.543| 5.05391960671231e-05 |

0.544| 5.07328060012080e-05 |

0.546| 5.09266583097467e-05 |

0.547| 5.11207524090951e-05 |

0.548| 5.13150877171631e-05 |

0.549| 5.15096636530821e-05 |

0.551| 5.17044796376487e-05 |

0.552| 5.18995350928808e-05 |

0.553| 5.20948294422396e-05 |

0.554| 5.22903621105186e-05 |

0.555| 5.24861325238435e-05 |

0.557| 5.26821401100053e-05 |

0.558| 5.28783842977942e-05 |

0.559| 5.30748645176660e-05 |

0.560| 5.32715802012973e-05 |

0.562| 5.34685307818084e-05 |

0.563| 5.36657156936515e-05 |

0.564| 5.38631343725005e-05 |

0.565| 5.40607862558051e-05 |

0.566| 5.42586707819037e-05 |

0.568| 5.44567873906887e-05 |

0.569| 5.46551355233849e-05 |

0.570| 5.48537146226602e-05 |

0.571| 5.50525241322930e-05 |

0.573| 5.52515634977269e-05 |

0.574| 5.54508321654046e-05 |

0.575| 5.56503295832123e-05 |

0.576| 5.58500552005903e-05 |

0.577| 5.60500084679783e-05 |

0.579| 5.62501888372591e-05 |

0.580| 5.64505957616479e-05 |

0.581| 5.66512286958032e-05 |

0.582| 5.68520870954936e-05 |

0.583| 5.70531704178201e-05 |

0.585| 5.72544781214379e-05 |

0.586| 5.74560096658905e-05 |

0.587| 5.76577645123866e-05 |

0.588| 5.78597421233562e-05 |

0.590| 5.80619419622286e-05 |

0.591| 5.82643634942093e-05 |

0.592| 5.84670061855030e-05 |

0.593| 5.86698695034249e-05 |

0.594| 5.88729529170662e-05 |

0.596| 5.90762558962954e-05 |

0.597| 5.92797779126464e-05 |

0.598| 5.94835184386522e-05 |

0.599| 5.96874769482891e-05 |

0.601| 5.98916529167548e-05 |

0.602| 6.00960458203570e-05 |

0.603| 6.03006551368468e-05 |

0.604| 6.05054803451965e-05 |

0.605| 6.07105209255998e-05 |

0.607| 6.09157763595825e-05 |

0.608| 6.11212461297805e-05 |

0.609| 6.13269297201624e-05 |

0.610| 6.15328266160287e-05 |

0.612| 6.17389363036791e-05 |

0.613| 6.19452582707458e-05 |

0.614| 6.21517920063042e-05 |

0.615| 6.23585370005397e-05 |

0.616| 6.25654927445263e-05 |

0.618| 6.27726587311139e-05 |

0.619| 6.29800344540410e-05 |

0.620| 6.31876194082670e-05 |

0.621| 6.33954130901948e-05 |

0.623| 6.36034149971154e-05 |

0.624| 6.38116246277631e-05 |

0.625| 6.40200414820935e-05 |

0.626| 6.42286650610613e-05 |

0.627| 6.44374948670645e-05 |

0.629| 6.46465304035004e-05 |

0.630| 6.48557711750986e-05 |

0.631| 6.50652166875876e-05 |

0.632| 6.52748664482505e-05 |

0.634| 6.54847199651476e-05 |

0.635| 6.56947767477822e-05 |

0.636| 6.59050363067681e-05 |

0.637| 6.61154981539402e-05 |

0.638| 6.63261618021327e-05 |

0.640| 6.65370267656229e-05 |

0.641| 6.67480925595765e-05 |

0.642| 6.69593587006023e-05 |

0.643| 6.71708247061975e-05 |

0.645| 6.73824900953024e-05 |

0.646| 6.75943543878565e-05 |

0.647| 6.78064171047987e-05 |

0.648| 6.80186777686220e-05 |

0.649| 6.82311359027077e-05 |

0.651| 6.84437910314362e-05 |

0.652| 6.86566426806312e-05 |

0.653| 6.88696903772268e-05 |

0.654| 6.90829336490451e-05 |

0.656| 6.92963720253514e-05 |

0.657| 6.95100050362996e-05 |

0.658| 6.97238322133753e-05 |

0.659| 6.99378530890638e-05 |

0.660| 7.01520671969602e-05 |

0.662| 7.03664740718812e-05 |

0.663| 7.05810732497536e-05 |

0.664| 7.07958642675033e-05 |

0.665| 7.10108466631665e-05 |

0.667| 7.12260199762227e-05 |

0.668| 7.14413837468175e-05 |

0.669| 7.16569375164289e-05 |

0.670| 7.18726808276449e-05 |

0.671| 7.20886132241638e-05 |

0.673| 7.23047342506833e-05 |

0.674| 7.25210434530110e-05 |

0.675| 7.27375403781760e-05 |

0.676| 7.29542245740955e-05 |

0.677| 7.31710955900189e-05 |

0.679| 7.33881529760838e-05 |

0.680| 7.36053962835381e-05 |

0.681| 7.38228250648509e-05 |

0.682| 7.40404388733795e-05 |

0.684| 7.42582372635914e-05 |

0.685| 7.44762197912863e-05 |

0.686| 7.46943860129301e-05 |

0.687| 7.49127354864321e-05 |

0.688| 7.51312677703675e-05 |

0.690| 7.53499824247550e-05 |

0.691| 7.55688790105014e-05 |

0.692| 7.57879570895126e-05 |

0.693| 7.60072162249159e-05 |

0.695| 7.62266559807268e-05 |

0.696| 7.64462759220708e-05 |

0.697| 7.66660756151838e-05 |

0.698| 7.68860546273009e-05 |

0.699| 7.71062125265454e-05 |

0.701| 7.73265488823727e-05 |

0.702| 7.75470632650155e-05 |

0.703| 7.77677552459277e-05 |

0.704| 7.79886243974515e-05 |

0.706| 7.82096702931501e-05 |

0.707| 7.84308925073640e-05 |

0.708| 7.86522906155440e-05 |

0.709| 7.88738641943620e-05 |

0.710| 7.90956128211562e-05 |

0.712| 7.93175360747078e-05 |

0.713| 7.95396335343534e-05 |

0.714| 7.97619047807618e-05 |

0.715| 7.99843493956010e-05 |

0.717| 8.02069669613159e-05 |

0.718| 8.04297570615731e-05 |

0.719| 8.06527192810380e-05 |

0.720| 8.08758532052645e-05 |

0.721| 8.10991584206944e-05 |

0.723| 8.13226345152129e-05 |

0.724| 8.15462810771495e-05 |

0.725| 8.17700976961655e-05 |

0.726| 8.19940839629218e-05 |

0.728| 8.22182394687454e-05 |

0.729| 8.24425638064064e-05 |

0.730| 8.26670565693410e-05 |

0.731| 8.28917173519850e-05 |

0.732| 8.31165457498839e-05 |

0.734| 8.33415413593608e-05 |

0.735| 8.35667037779597e-05 |

0.736| 8.37920326040020e-05 |

0.737| 8.40175274369193e-05 |

0.739| 8.42431878769201e-05 |

0.740| 8.44690135253234e-05 |

0.741| 8.46950039843364e-05 |

0.742| 8.49211588571652e-05 |

0.743| 8.51474777480155e-05 |

0.745| 8.53739602619807e-05 |

0.746| 8.56006060050429e-05 |

0.747| 8.58274145842941e-05 |

0.748| 8.60543856077145e-05 |

0.750| 8.62815186840615e-05 |

0.751| 8.65088134233138e-05 |

0.752| 8.67362694361162e-05 |

0.753| 8.69638863343347e-05 |

0.754| 8.71916637303904e-05 |

0.756| 8.74196012380368e-05 |

0.757| 8.76476984718044e-05 |

0.758| 8.78759550470010e-05 |

0.759| 8.81043705800444e-05 |

0.760| 8.83329446882408e-05 |

0.762| 8.85616769897846e-05 |

0.763| 8.87905671037581e-05 |

0.764| 8.90196146502431e-05 |

0.765| 8.92488192503205e-05 |

0.767| 8.94781805256262e-05 |

0.768| 8.97076980991285e-05 |

0.769| 8.99373715944618e-05 |

0.770| 9.01672006362597e-05 |

0.771| 9.03971848499330e-05 |

0.773| 9.06273238620026e-05 |

0.774| 9.08576172996556e-05 |

0.775| 9.10880647910783e-05 |

0.776| 9.13186659654563e-05 |

0.778| 9.15494204528633e-05 |

0.779| 9.17803278839280e-05 |

0.780| 9.20113878906115e-05 |

0.781| 9.22426001055410e-05 |

0.782| 9.24739641621208e-05 |

0.784| 9.27054796949767e-05 |

0.785| 9.29371463392892e-05 |

0.786| 9.31689637311273e-05 |

0.787| 9.34009315077811e-05 |

0.789| 9.36330493069848e-05 |

0.790| 9.38653167676939e-05 |

0.791| 9.40977335294191e-05 |

0.792| 9.43302992328920e-05 |

0.793| 9.45630135192888e-05 |

0.795| 9.47958760311174e-05 |

0.796| 9.50288864113302e-05 |

0.797| 9.52620443038787e-05 |

0.798| 9.54953493538246e-05 |

0.800| 9.57288012066737e-05 |

0.801| 9.59623995089309e-05 |

0.802| 9.61961439082115e-05 |

0.803| 9.64300340526858e-05 |

0.804| 9.66640695913012e-05 |

0.806| 9.68982501742266e-05 |

0.807| 9.71325754521857e-05 |

0.808| 9.73670450766795e-05 |

0.809| 9.76016587003192e-05 |

0.811| 9.78364159763823e-05 |

0.812| 9.80713165589231e-05 |

0.813| 9.83063601029954e-05 |

0.814| 9.85415462643191e-05 |

0.815| 9.87768746996132e-05 |

0.817| 9.90123450662628e-05 |

0.818| 9.92479570225413e-05 |

0.819| 9.94837102276103e-05 |

0.820| 9.97196043414084e-05 |

0.822| 9.99556390246514e-05 |

0.823| 0.000100191813938832 |

0.824| 0.000100428128746444 |

0.825| 0.000100664583110643 |

0.826| 0.000100901176695367 |

0.828| 0.000101137909165439 |

0.829| 0.000101374780186458 |

0.830| 0.000101611789424916 |

0.831| 0.000101848936547966 |

0.833| 0.000102086221223652 |

0.834| 0.000102323643120905 |

0.835| 0.000102561201909213 |

0.836| 0.000102798897258949 |

0.837| 0.000103036728841488 |

0.839| 0.000103274696328648 |

0.840| 0.000103512799393357 |

0.841| 0.000103751037709210 |

0.842| 0.000103989410950467 |

0.844| 0.000104227918792388 |

0.845| 0.000104466560910788 |

0.846| 0.000104705336982369 |

0.847| 0.000104944246684724 |

0.848| 0.000105183289696109 |

0.850| 0.000105422465695448 |

0.851| 0.000105661774362664 |

0.852| 0.000105901215378346 |

0.853| 0.000106140788423748 |

0.854| 0.000106380493181124 |

0.856| 0.000106620329333285 |

0.857| 0.000106860296563926 |

0.858| 0.000107100394557413 |

0.859| 0.000107340622998886 |

0.861| 0.000107580981574262 |

0.862| 0.000107821469970348 |

0.863| 0.000108062087874394 |

0.864| 0.000108302834974761 |

0.865| 0.000108543710960363 |

0.867| 0.000108784715520893 |

0.868| 0.000109025848346711 |

0.869| 0.000109267109129063 |

0.870| 0.000109508497559863 |

0.872| 0.000109750013331800 |

0.873| 0.000109991656138342 |

0.874| 0.000110233425673401 |

0.875| 0.000110475321632109 |

0.876| 0.000110717343709932 |

0.878| 0.000110959491603335 |

0.879| 0.000111201765009339 |

0.880| 0.000111444163625740 |

0.881| 0.000111686687151114 |

0.883| 0.000111929335284700 |

0.884| 0.000112172107726516 |

0.885| 0.000112415004177246 |

0.886| 0.000112658024338352 |

0.887| 0.000112901167911850 |

0.889| 0.000113144434600865 |

0.890| 0.000113387824108746 |

0.891| 0.000113631336139952 |

0.892| 0.000113874970399386 |

0.894| 0.000114118726592727 |

0.895| 0.000114362604426543 |

0.896| 0.000114606603607847 |

0.897| 0.000114850723844651 |

0.898| 0.000115094964845297 |

0.900| 0.000115339326319130 |

0.901| 0.000115583807976050 |

0.902| 0.000115828409526730 |

0.903| 0.000116073130682515 |

0.905| 0.000116317971155411 |

0.906| 0.000116562930658204 |

0.907| 0.000116808008904234 |

0.908| 0.000117053205607620 |

0.909| 0.000117298520483256 |

0.911| 0.000117543953246479 |

0.912| 0.000117789503613519 |

0.913| 0.000118035171301267 |

0.914| 0.000118280956027284 |

0.916| 0.000118526857509682 |

0.917| 0.000118772875467466 |

0.918| 0.000119019009620080 |

0.919| 0.000119265259687973 |

0.920| 0.000119511625391810 |

0.922| 0.000119758106453371 |

0.923| 0.000120004702594767 |

0.924| 0.000120251413539108 |

0.925| 0.000120498239009836 |

0.927| 0.000120745178731285 |

0.928| 0.000120992232428341 |

0.929| 0.000121239399826556 |

0.930| 0.000121486680652261 |

0.931| 0.000121734074632451 |

0.933| 0.000121981581494457 |

0.934| 0.000122229200966606 |

0.935| 0.000122476932777893 |

0.936| 0.000122724776657646 |

0.938| 0.000122972732336191 |

0.939| 0.000123220799544299 |

0.940| 0.000123468978013408 |

0.941| 0.000123717267475731 |

0.942| 0.000123965667664039 |

0.944| 0.000124214178311655 |

0.945| 0.000124462799152680 |

0.946| 0.000124711529921773 |

0.947| 0.000124960370354366 |

0.948| 0.000125209320186337 |

0.950| 0.000125458379154342 |

0.951| 0.000125707546995590 |

0.952| 0.000125956823447959 |

0.953| 0.000126206208249879 |

0.955| 0.000126455701140671 |

0.956| 0.000126705301859875 |

0.957| 0.000126955010148033 |

0.958| 0.000127204825746130 |

0.959| 0.000127454748395817 |

0.961| 0.000127704777839299 |

0.962| 0.000127954913819450 |

0.963| 0.000128205156079808 |

0.964| 0.000128455504364577 |

0.966| 0.000128705958418296 |

0.967| 0.000128956517986389 |

0.968| 0.000129207182814839 |

0.969| 0.000129457952650291 |

0.970| 0.000129708827239727 |

0.972| 0.000129959806331126 |

0.973| 0.000130210889672799 |

0.974| 0.000130462077013727 |

0.975| 0.000130713368103663 |

0.977| 0.000130964762692698 |

0.978| 0.000131216260531586 |

0.979| 0.000131467861371859 |

0.980| 0.000131719564965493 |

0.981| 0.000131971371065021 |

0.983| 0.000132223279423749 |

0.984| 0.000132475289795431 |

0.985| 0.000132727401934485 |

0.986| 0.000132979615595774 |

0.988| 0.000133231930535049 |

0.989| 0.000133484346508395 |

0.990| 0.000133736863272449 |

0.991| 0.000133989480584740 |

0.992| 0.000134242198203016 |

0.994| 0.000134495015885805 |

0.995| 0.000134747933392299 |

0.996| 0.000135000950482023 |

0.997| 0.000135254066915391 |

0.999| 0.000135507282453040 |

1.000| 0.000135760596856382 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.031| 0.06066|

0.063| 0.12104|

0.094| 0.18085|

0.125| 0.23983|

0.156| 0.29770|

0.188| 0.35421|

0.219| 0.40911|

0.250| 0.46218|

0.281| 0.51320|

0.313| 0.56199|

0.344| 0.60838|

0.375| 0.65222|

0.406| 0.69339|

0.438| 0.73180|

0.469| 0.76737|

0.500| 0.80006|

0.531| 0.82987|

0.563| 0.85680|

0.594| 0.88089|

0.625| 0.90222|

0.656| 0.92088|

0.688| 0.93699|

0.719| 0.95070|

0.750| 0.96218|

0.781| 0.97161|

0.813| 0.97921|

0.844| 0.98520|

0.875| 0.98983|

0.906| 0.99335|

0.938| 0.99604|

0.969| 0.99816|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.000135760596856382**

**НЕЯВНАЯ СХЕМА**

**N = 8**

t| delta|

0.125| 9.51265737335616e-05 |

0.250| 0.000266746942258256 |

0.375| 0.000499877995041809 |

0.500| 0.000782471416483022 |

0.625| 0.001104838837233668 |

0.750| 0.001459189583166820 |

0.875| 0.001839258967091695 |

1.000| 0.002240009388287389 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.125| 0.24066|

0.250| 0.46372|

0.375| 0.65423|

0.500| 0.80224|

0.625| 0.90423|

0.750| 0.96372|

0.875| 0.99066|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.002240009388287389**

**N = 16**

t| delta|

0.063| 6.60939481700318e-06 |

0.125| 1.91044055146694e-05 |

0.188| 3.68405124478999e-05 |

0.250| 5.92437757684916e-05 |

0.313| 8.58031064010500e-05 |

0.375| 0.000116063383406084 |

0.438| 0.000149619325044203 |

0.500| 0.000186110031004438 |

0.563| 0.000225214122301809 |

0.625| 0.000266645413390831 |

0.688| 0.000310149058217579 |

0.750| 0.000355498118306041 |

0.813| 0.000402490506668296 |

0.875| 0.000450946266375429 |

0.938| 0.000500705147149616 |

1.000| 0.000551624447336030 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.063| 0.12113|

0.125| 0.24002|

0.188| 0.35448|

0.250| 0.46252|

0.313| 0.56240|

0.375| 0.65267|

0.438| 0.73228|

0.500| 0.80055|

0.563| 0.85728|

0.625| 0.90267|

0.688| 0.93740|

0.750| 0.96252|

0.813| 0.97948|

0.875| 0.99002|

0.938| 0.99613|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.000551624447336030**

**N = 32**

t| delta|

0.031| 4.37375672346363e-07 |

0.063| 1.28673424559800e-06 |

0.094| 2.52415717949539e-06 |

0.125| 4.12711457487003e-06 |

0.156| 6.07438455424436e-06 |

0.188| 8.34597732068953e-06 |

0.219| 1.09230636275992e-05 |

0.250| 1.37879074002534e-05 |

0.281| 1.69238022690310e-05 |

0.313| 2.03150117881190e-05 |

0.344| 2.39467131247784e-05 |

0.375| 2.78049440164407e-05 |

0.406| 3.18765528101173e-05 |

0.438| 3.61491513993784e-05 |

0.469| 4.06110708958130e-05 |

0.500| 4.52513198727633e-05 |

0.531| 5.00595450345642e-05 |

0.563| 5.50259941677345e-05 |

0.594| 6.01414812442247e-05 |

0.625| 6.53973535504893e-05 |

0.656| 7.07854607246983e-05 |

0.688| 7.62981255910677e-05 |

0.719| 8.19281166892782e-05 |

0.750| 8.76686223958423e-05 |

0.781| 9.35132265512673e-05 |

0.813| 9.94558854993111e-05 |

0.844| 0.000105490906461059 |

0.875| 0.000111612927164551 |

0.906| 0.000117816896655021 |

0.938| 0.000124098057222244 |

0.969| 0.000130451927374486 |

1.000| 0.000136874285803001 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.031| 0.06067|

0.063| 0.12105|

0.094| 0.18088|

0.125| 0.23986|

0.156| 0.29773|

0.188| 0.35425|

0.219| 0.40915|

0.250| 0.46223|

0.281| 0.51326|

0.313| 0.56205|

0.344| 0.60845|

0.375| 0.65229|

0.406| 0.69346|

0.438| 0.73187|

0.469| 0.76744|

0.500| 0.80014|

0.531| 0.82994|

0.563| 0.85687|

0.594| 0.88096|

0.625| 0.90229|

0.656| 0.92095|

0.688| 0.93705|

0.719| 0.95076|

0.750| 0.96223|

0.781| 0.97165|

0.813| 0.97925|

0.844| 0.98523|

0.875| 0.98986|

0.906| 0.99338|

0.938| 0.99605|

0.969| 0.99817|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.000136874285803001**

# **Набор №6.**

# 

**Файл «output.txt»:**

**МЕТОД CТРЕЛЬБ**

Itr| z(0)| y(0)| Delta|

1| 0.00000| 1.97988| 0.020122811198041|

2| 3.00000| 2.04027| 0.040274270010797|

3| 1.50000| 2.01006| 0.010064990038878|

4| 0.75000| 1.99497| 0.005031599240759|

5| 1.12500| 2.00252| 0.002516023664032|

6| 0.93750| 1.99874| 0.001257955778849|

7| 1.03125| 2.00063| 0.000628991951872|

8| 0.98438| 1.99969| 0.000314492412042|

9| 1.00781| 2.00016| 0.000157247145388|

10| 0.99609| 1.99992| 7.86232894718e-05|

11| 1.00195| 2.00004| 3.93117639237e-05|

12| 0.99902| 1.99998| 1.96558037850e-05|

13| 1.00049| 2.00001| 9.82796982196e-06|

14| 0.99976| 2.00000| 4.91391954283e-06|

15| 1.00012| 2.00000| 2.45702449408e-06|

16| 0.99994| 2.00000| 1.22844768624e-06|

17| 1.00003| 2.00000| 6.14288364620e-07|

**Максимальная по модулю погрешность: 0.04027427001**

x| y(x)| Yпр| z(x)| Delta|

0.00000| 1.00000| 1.00000| 1.00003| 0 |

0.00625| 1.00625| 1.00625| 1.00225| 1.63755648153e-07|

0.01250| 1.01254| 1.01254| 1.00869| 2.83342590279e-07|

0.01875| 1.01887| 1.01887| 1.01903| 3.70511868741e-07|

0.02500| 1.02528| 1.02528| 1.03296| 4.33935401611e-07|

0.03125| 1.03179| 1.03179| 1.05016| 4.79999822778e-07|

0.03750| 1.03842| 1.03841| 1.07035| 5.13399180502e-07|

0.04375| 1.04518| 1.04517| 1.09324| 5.37576514192e-07|

0.05000| 1.05209| 1.05209| 1.11854| 5.55052147355e-07|

0.05625| 1.05916| 1.05916| 1.14601| 5.67667236551e-07|

0.06250| 1.06642| 1.06641| 1.17537| 5.76764068727e-07|

0.06875| 1.07386| 1.07386| 1.20639| 5.83319258007e-07|

0.07500| 1.08150| 1.08150| 1.23882| 5.88041926486e-07|

0.08125| 1.08934| 1.08934| 1.27244| 5.91445932452e-07|

0.08750| 1.09741| 1.09740| 1.30703| 5.93902889534e-07|

0.09375| 1.10568| 1.10568| 1.34238| 5.95680999638e-07|

0.10000| 1.11419| 1.11419| 1.37829| 5.96973443567e-07|

0.10625| 1.12291| 1.12291| 1.41456| 5.97919088463e-07|

0.11250| 1.13187| 1.13187| 1.45101| 5.98617557523e-07|

0.11875| 1.14105| 1.14105| 1.48747| 5.99140181023e-07|

0.12500| 1.15046| 1.15046| 1.52377| 5.99537929746e-07|

0.13125| 1.16010| 1.16010| 1.55975| 5.99847156391e-07|

0.13750| 1.16996| 1.16996| 1.59526| 6.00093738701e-07|

0.14375| 1.18004| 1.18004| 1.63015| 6.00296063080e-07|

0.15000| 1.19033| 1.19033| 1.66430| 6.00467169987e-07|

0.15625| 1.20084| 1.20084| 1.69756| 6.00616292479e-07|

0.16250| 1.21155| 1.21155| 1.72983| 6.00749958224e-07|

0.16875| 1.22246| 1.22246| 1.76099| 6.00872774426e-07|

0.17500| 1.23356| 1.23356| 1.79094| 6.00987990484e-07|

0.18125| 1.24484| 1.24484| 1.81956| 6.01097895236e-07|

0.18750| 1.25630| 1.25630| 1.84679| 6.01204101613e-07|

0.19375| 1.26793| 1.26792| 1.87252| 6.01307744486e-07|

0.20000| 1.27971| 1.27970| 1.89668| 6.01409626100e-07|

0.20625| 1.29163| 1.29163| 1.91919| 6.01510313114e-07|

0.21250| 1.30369| 1.30369| 1.94001| 6.01610207207e-07|

0.21875| 1.31588| 1.31588| 1.95905| 6.01709596593e-07|

0.22500| 1.32818| 1.32818| 1.97628| 6.01808687772e-07|

0.23125| 1.34058| 1.34058| 1.99165| 6.01907631737e-07|

0.23750| 1.35307| 1.35307| 2.00510| 6.02006540618e-07|

0.24375| 1.36564| 1.36564| 2.01662| 6.02105497682e-07|

0.25000| 1.37827| 1.37827| 2.02616| 6.02204567990e-07|

0.25625| 1.39096| 1.39096| 2.03371| 6.02303801944e-07|

0.26250| 1.40369| 1.40369| 2.03925| 6.02403240624e-07|

0.26875| 1.41645| 1.41645| 2.04276| 6.02502918001e-07|

0.27500| 1.42922| 1.42922| 2.04423| 6.02602862054e-07|

0.28125| 1.44199| 1.44199| 2.04367| 6.02703096542e-07|

0.28750| 1.45476| 1.45476| 2.04107| 6.02803642114e-07|

0.29375| 1.46750| 1.46750| 2.03643| 6.02904517422e-07|

0.30000| 1.48021| 1.48021| 2.02978| 6.03005738009e-07|

0.30625| 1.49287| 1.49287| 2.02111| 6.03107316977e-07|

0.31250| 1.50547| 1.50547| 2.01046| 6.03209265648e-07|

0.31875| 1.51800| 1.51800| 1.99785| 6.03311595126e-07|

0.32500| 1.53044| 1.53044| 1.98330| 6.03414312739e-07|

0.33125| 1.54279| 1.54278| 1.96685| 6.03517424258e-07|

0.33750| 1.55502| 1.55502| 1.94852| 6.03620935014e-07|

0.34375| 1.56714| 1.56714| 1.92836| 6.03724848114e-07|

0.35000| 1.57912| 1.57912| 1.90642| 6.03829165335e-07|

0.35625| 1.59096| 1.59096| 1.88273| 6.03933886234e-07|

0.36250| 1.60265| 1.60265| 1.85734| 6.04039009477e-07|

0.36875| 1.61418| 1.61418| 1.83031| 6.04144532623e-07|

0.37500| 1.62553| 1.62553| 1.80169| 6.04250451008e-07|

0.38125| 1.63670| 1.63670| 1.77154| 6.04356757750e-07|

0.38750| 1.64767| 1.64767| 1.73992| 6.04463446630e-07|

0.39375| 1.65844| 1.65844| 1.70688| 6.04570508544e-07|

0.40000| 1.66900| 1.66900| 1.67251| 6.04677933946e-07|

0.40625| 1.67935| 1.67935| 1.63685| 6.04785711067e-07|

0.41250| 1.68946| 1.68946| 1.59999| 6.04893827916e-07|

0.41875| 1.69934| 1.69934| 1.56200| 6.05002271170e-07|

0.42500| 1.70898| 1.70898| 1.52294| 6.05111025509e-07|

0.43125| 1.71838| 1.71838| 1.48289| 6.05220075167e-07|

0.43750| 1.72752| 1.72752| 1.44193| 6.05329404157e-07|

0.44375| 1.73640| 1.73640| 1.40014| 6.05438994050e-07|

0.45000| 1.74502| 1.74502| 1.35760| 6.05548827082e-07|

0.45625| 1.75337| 1.75337| 1.31438| 6.05658882602e-07|

0.46250| 1.76145| 1.76145| 1.27057| 6.05769141293e-07|

0.46875| 1.76925| 1.76925| 1.22626| 6.05879582283e-07|

0.47500| 1.77677| 1.77677| 1.18152| 6.05990184255e-07|

0.48125| 1.78402| 1.78402| 1.13644| 6.06100924783e-07|

0.48750| 1.79098| 1.79098| 1.09110| 6.06211781662e-07|

0.49375| 1.79766| 1.79766| 1.04559| 6.06322731356e-07|

0.50000| 1.80405| 1.80405| 1.00000| 6.06433750550e-07|

0.50625| 1.81016| 1.81016| 0.95441| 6.06544815929e-07|

0.51250| 1.81598| 1.81598| 0.90890| 6.06655902846e-07|

0.51875| 1.82152| 1.82152| 0.86356| 6.06766988209e-07|

0.52500| 1.82677| 1.82677| 0.81848| 6.06878046705e-07|

0.53125| 1.83175| 1.83175| 0.77374| 6.06989053686e-07|

0.53750| 1.83645| 1.83645| 0.72943| 6.07099986061e-07|

0.54375| 1.84087| 1.84087| 0.68562| 6.07210818737e-07|

0.55000| 1.84502| 1.84502| 0.64240| 6.07321527069e-07|

0.55625| 1.84890| 1.84890| 0.59986| 6.07432087074e-07|

0.56250| 1.85252| 1.85252| 0.55807| 6.07542474551e-07|

0.56875| 1.85588| 1.85588| 0.51711| 6.07652666629e-07|

0.57500| 1.85898| 1.85898| 0.47706| 6.07762639326e-07|

0.58125| 1.86184| 1.86184| 0.43800| 6.07872369551e-07|

0.58750| 1.86446| 1.86446| 0.40001| 6.07981834877e-07|

0.59375| 1.86685| 1.86685| 0.36315| 6.08091013543e-07|

0.60000| 1.86900| 1.86900| 0.32749| 6.08199882901e-07|

0.60625| 1.87094| 1.87094| 0.29312| 6.08308423189e-07|

0.61250| 1.87267| 1.87267| 0.26008| 6.08416613757e-07|

0.61875| 1.87420| 1.87420| 0.22846| 6.08524434176e-07|

0.62500| 1.87553| 1.87553| 0.19831| 6.08631866239e-07|

0.63125| 1.87668| 1.87668| 0.16969| 6.08738891072e-07|

0.63750| 1.87765| 1.87765| 0.14266| 6.08845491135e-07|

0.64375| 1.87846| 1.87846| 0.11727| 6.08951651104e-07|

0.65000| 1.87912| 1.87912| 0.09358| 6.09057354550e-07|

0.65625| 1.87964| 1.87964| 0.07164| 6.09162586596e-07|

0.66250| 1.88002| 1.88002| 0.05148| 6.09267333695e-07|

0.66875| 1.88029| 1.88028| 0.03315| 6.09371583415e-07|

0.67500| 1.88044| 1.88044| 0.01670| 6.09475323765e-07|

0.68125| 1.88050| 1.88050| 0.00215| 6.09578543864e-07|

0.68750| 1.88047| 1.88047| -0.01046| 6.09681234831e-07|

0.69375| 1.88037| 1.88037| -0.02111| 6.09783388228e-07|

0.70000| 1.88021| 1.88021| -0.02978| 6.09884996505e-07|

0.70625| 1.88000| 1.88000| -0.03643| 6.09986054556e-07|

0.71250| 1.87976| 1.87976| -0.04107| 6.10086557273e-07|

0.71875| 1.87949| 1.87949| -0.04367| 6.10186501770e-07|

0.72500| 1.87922| 1.87922| -0.04423| 6.10285885827e-07|

0.73125| 1.87895| 1.87895| -0.04276| 6.10384708555e-07|

0.73750| 1.87869| 1.87869| -0.03925| 6.10482970398e-07|

0.74375| 1.87846| 1.87846| -0.03371| 6.10580673577e-07|

0.75000| 1.87827| 1.87827| -0.02616| 6.10677821644e-07|

0.75625| 1.87814| 1.87814| -0.01662| 6.10774418597e-07|

0.76250| 1.87807| 1.87807| -0.00510| 6.10870470652e-07|

0.76875| 1.87808| 1.87808| 0.00835| 6.10965985359e-07|

0.77500| 1.87818| 1.87818| 0.02372| 6.11060971378e-07|

0.78125| 1.87838| 1.87838| 0.04095| 6.11155439145e-07|

0.78750| 1.87869| 1.87869| 0.05999| 6.11249399318e-07|

0.79375| 1.87913| 1.87913| 0.08081| 6.11342864998e-07|

0.80000| 1.87971| 1.87970| 0.10332| 6.11435850395e-07|

0.80625| 1.88043| 1.88042| 0.12748| 6.11528370609e-07|

0.81250| 1.88130| 1.88130| 0.15321| 6.11620442070e-07|

0.81875| 1.88234| 1.88234| 0.18044| 6.11712082543e-07|

0.82500| 1.88356| 1.88356| 0.20906| 6.11803311346e-07|

0.83125| 1.88496| 1.88496| 0.23901| 6.11894147351e-07|

0.83750| 1.88655| 1.88655| 0.27017| 6.11984612320e-07|

0.84375| 1.88834| 1.88834| 0.30244| 6.12074728235e-07|

0.85000| 1.89033| 1.89033| 0.33570| 6.12164517744e-07|

0.85625| 1.89254| 1.89254| 0.36985| 6.12254004606e-07|

0.86250| 1.89496| 1.89496| 0.40474| 6.12343213691e-07|

0.86875| 1.89760| 1.89760| 0.44025| 6.12432170310e-07|

0.87500| 1.90046| 1.90046| 0.47623| 6.12520899779e-07|

0.88125| 1.90355| 1.90355| 0.51253| 6.12609428963e-07|

0.88750| 1.90687| 1.90687| 0.54899| 6.12697784730e-07|

0.89375| 1.91041| 1.91041| 0.58544| 6.12785993948e-07|

0.90000| 1.91419| 1.91419| 0.62172| 6.12874083927e-07|

0.90625| 1.91818| 1.91818| 0.65762| 6.12962082203e-07|

0.91250| 1.92241| 1.92240| 0.69297| 6.13050016307e-07|

0.91875| 1.92685| 1.92684| 0.72756| 6.13137913330e-07|

0.92500| 1.93150| 1.93150| 0.76118| 6.13225800361e-07|

0.93125| 1.93636| 1.93636| 0.79361| 6.13313703379e-07|

0.93750| 1.94142| 1.94141| 0.82463| 6.13401649030e-07|

0.94375| 1.94666| 1.94666| 0.85399| 6.13489661738e-07|

0.95000| 1.95209| 1.95209| 0.88146| 6.13577765929e-07|

0.95625| 1.95768| 1.95767| 0.90677| 6.13665984694e-07|

0.96250| 1.96342| 1.96341| 0.92965| 6.13754339795e-07|

0.96562| 1.96634| 1.96634| 0.94010| 6.13798575300e-07|

0.96875| 1.96929| 1.96929| 0.94984| 6.13842852104e-07|

0.97187| 1.97227| 1.97227| 0.95884| 6.13887173539e-07|

0.97500| 1.97528| 1.97528| 0.96705| 6.13931540494e-07|

0.97812| 1.97832| 1.97832| 0.97444| 6.13975956520e-07|

0.98125| 1.98137| 1.98137| 0.98098| 6.14020422063e-07|

0.98437| 1.98445| 1.98445| 0.98662| 6.14064940008e-07|

0.98750| 1.98754| 1.98754| 0.99133| 6.14109511243e-07|

0.99062| 1.99064| 1.99064| 0.99506| 6.14154138656e-07|

0.99375| 1.99376| 1.99375| 0.99778| 6.14198822024e-07|

0.99687| 1.99688| 1.99688| 0.99944| 6.14243564012e-07|

1.00000| 2.00000| 2.00000| 1.00000| 6.14288364620e-07|

**Максимальная по модулю погрешность: 6.14288364620e-07**

**МЕТОД КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ**

**ЯВНАЯ СХЕМА**

**N = 8**

t| delta|

0.020| 0 |

0.039| 5.77627086795207e-06 |

0.059| 1.71089663845159e-05 |

0.078| 3.37866077286808e-05 |

0.098| 5.56057650128450e-05 |

0.117| 8.23707509387539e-05 |

0.137| 0.000113893326112002 |

0.156| 0.000149992415573896 |

0.176| 0.000190493836120909 |

0.195| 0.000235230034002831 |

0.215| 0.000284039832604499 |

0.234| 0.000336768189730385 |

0.254| 0.000393265964127032 |

0.273| 0.000453389690892037 |

0.293| 0.000517001365430758 |

0.313| 0.000583968235635668 |

0.332| 0.000654162601975372 |

0.352| 0.000727461625192549 |

0.371| 0.000803747141320810 |

0.391| 0.000882905483741925 |

0.410| 0.000964827312015526 |

0.430| 0.001049407447224371 |

0.449| 0.001136544713584930 |

0.469| 0.001226141786087931 |

0.488| 0.001318105043936590 |

0.508| 0.001412344429563617 |

0.527| 0.001508773313013689 |

0.547| 0.001607308361487814 |

0.566| 0.001707869413853036 |

0.586| 0.001810379359927561 |

0.605| 0.001914764024361304 |

0.625| 0.002020952054935465 |

0.645| 0.002128874815112924 |

0.664| 0.002238466280679696 |

0.684| 0.002349662940318575 |

0.703| 0.002462403699967974 |

0.723| 0.002576629790820628 |

0.742| 0.002692284680823609 |

0.762| 0.002809313989547313 |

0.781| 0.002927665406294078 |

0.801| 0.003047288611323307 |

0.820| 0.003168135200075861 |

0.840| 0.003290158610281368 |

0.859| 0.003413314051839977 |

0.879| 0.003537558439373978 |

0.898| 0.003662850327345035 |

0.918| 0.003789149847641449 |

0.938| 0.003916418649541731 |

0.957| 0.004044619841961250 |

0.977| 0.004173717937898891 |

0.996| 0.004303678800997135 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.125| 0.35536|

0.250| 0.67565|

0.375| 0.93114|

0.500| 1.10196|

0.625| 1.18114|

0.750| 1.17565|

0.875| 1.10536|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.004303678800997135**

**N = 16**

t| delta|

0.005| 0 |

0.010| 9.06027819436162e-08 |

0.015| 2.70937892232759e-07 |

0.020| 5.40143240024271e-07 |

0.024| 8.97365017182850e-07 |

0.029| 1.34175761812294e-06 |

0.034| 1.87248356131597e-06 |

0.039| 2.48871341124168e-06 |

0.044| 3.18962570122761e-06 |

0.049| 3.97440685651063e-06 |

0.054| 4.84225111885284e-06 |

0.059| 5.79236047104636e-06 |

0.063| 6.82394456263946e-06 |

0.068| 7.93622063666177e-06 |

0.073| 9.12841345612758e-06 |

0.078| 1.03997552320934e-05 |

0.083| 1.17494855521594e-05 |

0.088| 1.31768513091934e-05 |

0.093| 1.46811066318309e-05 |

0.098| 1.62615128141974e-05 |

0.103| 1.79173382476305e-05 |

0.107| 1.96478583522897e-05 |

0.112| 2.14523555095436e-05 |

0.117| 2.33301189952462e-05 |

0.122| 2.52804449134558e-05 |

0.127| 2.73026361307105e-05 |

0.132| 2.93960022113016e-05 |

0.137| 3.15598593526589e-05 |

0.142| 3.37935303217352e-05 |

0.146| 3.60963443920559e-05 |

0.151| 3.84676372809922e-05 |

0.156| 4.09067510878103e-05 |

0.161| 4.34130342326089e-05 |

0.166| 4.59858413954795e-05 |

0.171| 4.86245334559987e-05 |

0.176| 5.13284774344980e-05 |

0.181| 5.40970464321111e-05 |

0.186| 5.69296195731539e-05 |

0.190| 5.98255819468374e-05 |

0.195| 6.27843245498694e-05 |

0.200| 6.58052442301660e-05 |

0.205| 6.88877436300084e-05 |

0.210| 7.20312311308646e-05 |

0.215| 7.52351207982116e-05 |

0.220| 7.84988323266900e-05 |

0.225| 8.18217909861474e-05 |

0.229| 8.52034275680147e-05 |

0.234| 8.86431783324593e-05 |

0.239| 9.21404849555385e-05 |

0.244| 9.56947944775743e-05 |

0.249| 9.93055592509728e-05 |

0.254| 0.000102972236890042 |

0.259| 0.000106694290219589 |

0.264| 0.000110471187225514 |

0.269| 0.000114302401004962 |

0.273| 0.000118187409717030 |

0.278| 0.000122125696534359 |

0.283| 0.000126116749595284 |

0.288| 0.000130160061955320 |

0.293| 0.000134255131540639 |

0.298| 0.000138401461100890 |

0.303| 0.000142598558163121 |

0.308| 0.000146845934985707 |

0.313| 0.000151143108512941 |

0.317| 0.000155489600329739 |

0.322| 0.000159884936617782 |

0.327| 0.000164328648110557 |

0.332| 0.000168820270050052 |

0.337| 0.000173359342143353 |

0.342| 0.000177945408519786 |

0.347| 0.000182578017688395 |

0.352| 0.000187256722495865 |

0.356| 0.000191981080084780 |

0.361| 0.000196750651852318 |

0.366| 0.000201565003409732 |

0.371| 0.000206423704541492 |

0.376| 0.000211326329165207 |

0.381| 0.000216272455292099 |

0.386| 0.000221261664987482 |

0.391| 0.000226293544332234 |

0.396| 0.000231367683383499 |

0.400| 0.000236483676137156 |

0.405| 0.000241641120489633 |

0.410| 0.000246839618200378 |

0.415| 0.000252078774855224 |

0.420| 0.000257358199828861 |

0.425| 0.000262677506249087 |

0.430| 0.000268036310960618 |

0.435| 0.000273434234489112 |

0.439| 0.000278870901005979 |

0.444| 0.000284345938293407 |

0.449| 0.000289858977709612 |

0.454| 0.000295409654154422 |

0.459| 0.000300997606035414 |

0.464| 0.000306622475234053 |

0.469| 0.000312283907072386 |

0.474| 0.000317981550279955 |

0.479| 0.000323715056961160 |

0.483| 0.000329484082562614 |

0.488| 0.000335288285841395 |

0.493| 0.000341127328832846 |

0.498| 0.000347000876819270 |

0.503| 0.000352908598298840 |

0.508| 0.000358850164954405 |

0.513| 0.000364825251623180 |

0.518| 0.000370833536266435 |

0.522| 0.000376874699939300 |

0.527| 0.000382948426761009 |

0.532| 0.000389054403885702 |

0.537| 0.000395192321473226 |

0.542| 0.000401361872659933 |

0.547| 0.000407562753530377 |

0.552| 0.000413794663089218 |

0.557| 0.000420057303232579 |

0.562| 0.000426350378720741 |

0.566| 0.000432673597150268 |

0.571| 0.000439026668927145 |

0.576| 0.000445409307239575 |

0.581| 0.000451821228031224 |

0.586| 0.000458262149974686 |

0.591| 0.000464731794445505 |

0.596| 0.000471229885495972 |

0.601| 0.000477756149829700 |

0.605| 0.000484310316775649 |

0.610| 0.000490892118263475 |

0.615| 0.000497501288798219 |

0.620| 0.000504137565435547 |

0.625| 0.000510800687757440 |

0.630| 0.000517490397847653 |

0.635| 0.000524206440267960 |

0.640| 0.000530948562034284 |

0.645| 0.000537716512592823 |

0.649| 0.000544510043797186 |

0.654| 0.000551328909884852 |

0.659| 0.000558172867454521 |

0.664| 0.000565041675443245 |

0.669| 0.000571935095104115 |

0.674| 0.000578852889983938 |

0.679| 0.000585794825901265 |

0.684| 0.000592760670924508 |

0.688| 0.000599750195350079 |

0.693| 0.000606763171681624 |

0.698| 0.000613799374608259 |

0.703| 0.000620858580983596 |

0.708| 0.000627940569805308 |

0.713| 0.000635045122194144 |

0.718| 0.000642172021373955 |

0.723| 0.000649321052650920 |

0.728| 0.000656492003394127 |

0.732| 0.000663684663015363 |

0.737| 0.000670898822949573 |

0.742| 0.000678134276635656 |

0.747| 0.000685390819496701 |

0.752| 0.000692668248921557 |

0.757| 0.000699966364245297 |

0.762| 0.000707284966731225 |

0.767| 0.000714623859551677 |

0.771| 0.000721982847770253 |

0.776| 0.000729361738323164 |

0.781| 0.000736760340001474 |

0.786| 0.000744178463433331 |

0.791| 0.000751615921066318 |

0.796| 0.000759072527149685 |

0.801| 0.000766548097717479 |

0.806| 0.000774042450570889 |

0.811| 0.000781555405261924 |

0.815| 0.000789086783076098 |

0.820| 0.000796636407015661 |

0.825| 0.000804204101783612 |

0.830| 0.000811789693766940 |

0.835| 0.000819393011020741 |

0.840| 0.000827013883252015 |

0.845| 0.000834652141803449 |

0.850| 0.000842307619638882 |

0.854| 0.000849980151325980 |

0.859| 0.000857669573022690 |

0.864| 0.000865375722460371 |

0.869| 0.000873098438929576 |

0.874| 0.000880837563264958 |

0.879| 0.000888592937830168 |

0.884| 0.000896364406503647 |

0.889| 0.000904151814663079 |

0.894| 0.000911955009172516 |

0.898| 0.000919773838366611 |

0.903| 0.000927608152037296 |

0.908| 0.000935457801419570 |

0.913| 0.000943322639177957 |

0.918| 0.000951202519392069 |

0.923| 0.000959097297543732 |

0.928| 0.000967006830502992 |

0.933| 0.000974930976515243 |

0.938| 0.000982869595187452 |

0.942| 0.000990822547475734 |

0.947| 0.000998789695671798 |

0.952| 0.001006770903390519 |

0.957| 0.001014766035556836 |

0.962| 0.001022774958393757 |

0.967| 0.001030797539409267 |

0.972| 0.001038833647384552 |

0.977| 0.001046883152360900 |

0.981| 0.001054945925628603 |

0.986| 0.001063021839714517 |

0.991| 0.001071110768369854 |

0.996| 0.001079212586559297 |

1.001| 0.001087327170448127 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.063| 0.17988|

0.125| 0.35525|

0.188| 0.52177|

0.250| 0.67545|

0.313| 0.81277|

0.375| 0.93087|

0.438| 1.02761|

0.500| 1.10167|

0.563| 1.15261|

0.625| 1.18087|

0.688| 1.18777|

0.750| 1.17545|

0.813| 1.14677|

0.875| 1.10525|

0.938| 1.05488|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.001087327170448127**

**N = 32**

t| delta|

0.001| 0 |

0.002| 1.41703349054723e-09 |

0.004| 4.24768875628700e-09 |

0.005| 8.48856240853735e-09 |

0.006| 1.41362590522220e-08 |

0.007| 2.11873916189376e-08 |

0.009| 2.96385811449085e-08 |

0.010| 3.94864567709874e-08 |

0.011| 5.07276557426550e-08 |

0.012| 6.33588236320648e-08 |

0.013| 7.73766136719090e-08 |

0.015| 9.27776875325748e-08 |

0.016| 1.09558714656011e-07 |

0.017| 1.27716372699815e-07 |

0.018| 1.47247347204171e-07 |

0.020| 1.68148331702866e-07 |

0.021| 1.90416027723295e-07 |

0.022| 2.14047144786456e-07 |

0.023| 2.39038400184910e-07 |

0.024| 2.65386519204824e-07 |

0.026| 2.93088235014949e-07 |

0.027| 3.22140288777639e-07 |

0.028| 3.52539429204768e-07 |

0.029| 3.84282413001813e-07 |

0.031| 4.17366004756836e-07 |

0.032| 4.51786976718438e-07 |

0.033| 4.87542109017802e-07 |

0.034| 5.24628189557674e-07 |

0.035| 5.63042013679294e-07 |

0.037| 6.02780384828527e-07 |

0.038| 6.43840113889738e-07 |

0.039| 6.86218019629870e-07 |

0.040| 7.29910928254363e-07 |

0.042| 7.74915673629195e-07 |

0.043| 8.21229097502929e-07 |

0.044| 8.68848049062620e-07 |

0.045| 9.17769384933820e-07 |

0.046| 9.67989969513638e-07 |

0.048| 1.01950667463768e-06 |

0.049| 1.07231637980210e-06 |

0.050| 1.12641597194152e-06 |

0.051| 1.18180234531806e-06 |

0.052| 1.23847240207642e-06 |

0.054| 1.29642305135569e-06 |

0.055| 1.35565121006653e-06 |

0.056| 1.41615380233606e-06 |

0.057| 1.47792775995192e-06 |

0.059| 1.54097002169618e-06 |

0.060| 1.60527753412243e-06 |

0.061| 1.67084725100075e-06 |

0.062| 1.73767613331766e-06 |

0.063| 1.80576114938713e-06 |

0.065| 1.87509927507268e-06 |

0.066| 1.94568749323221e-06 |

0.067| 2.01752279416212e-06 |

0.068| 2.09060217526424e-06 |

0.070| 2.16492264126789e-06 |

0.071| 2.24048120411879e-06 |

0.072| 2.31727488286815e-06 |

0.073| 2.39530070389460e-06 |

0.074| 2.47455570057120e-06 |

0.076| 2.55503691348746e-06 |

0.077| 2.63674139044934e-06 |

0.078| 2.71966618625719e-06 |

0.079| 2.80380836281680e-06 |

0.081| 2.88916498902836e-06 |

0.082| 2.97573314100852e-06 |

0.083| 3.06350990186832e-06 |

0.084| 3.15249236160220e-06 |

0.085| 3.24267761753205e-06 |

0.087| 3.33406277353010e-06 |

0.088| 3.42664494090705e-06 |

0.089| 3.52042123752394e-06 |

0.090| 3.61538878834722e-06 |

0.092| 3.71154472533775e-06 |

0.093| 3.80888618733977e-06 |

0.094| 3.90741031985886e-06 |

0.095| 4.00711427572809e-06 |

0.096| 4.10799521410876e-06 |

0.098| 4.21005030137866e-06 |

0.099| 4.31327671057691e-06 |

0.100| 4.41767162162598e-06 |

0.101| 4.52323222110973e-06 |

0.103| 4.62995570260638e-06 |

0.104| 4.73783926613347e-06 |

0.105| 4.84688011881396e-06 |

0.106| 4.95707547421009e-06 |

0.107| 5.06842255276752e-06 |

0.109| 5.18091858148217e-06 |

0.110| 5.29456079412238e-06 |

0.111| 5.40934643122881e-06 |

0.112| 5.52527273967041e-06 |

0.114| 5.64233697319949e-06 |

0.115| 5.76053639211871e-06 |

0.116| 5.87986826328102e-06 |

0.117| 6.00032986008969e-06 |

0.118| 6.12191846272037e-06 |

0.120| 6.24463135767694e-06 |

0.121| 6.36846583812467e-06 |

0.122| 6.49341920355706e-06 |

0.123| 6.61948876023999e-06 |

0.125| 6.74667182065658e-06 |

0.126| 6.87496570406232e-06 |

0.127| 7.00436773592994e-06 |

0.128| 7.13487524817147e-06 |

0.129| 7.26648557924925e-06 |

0.131| 7.39919607406492e-06 |

0.132| 7.53300408362634e-06 |

0.133| 7.66790696571373e-06 |

0.134| 7.80390208421355e-06 |

0.135| 7.94098680934052e-06 |

0.137| 8.07915851774865e-06 |

0.138| 8.21841459242023e-06 |

0.139| 8.35875242255479e-06 |

0.140| 8.50016940368015e-06 |

0.142| 8.64266293765237e-06 |

0.143| 8.78623043243376e-06 |

0.144| 8.93086930231490e-06 |

0.145| 9.07657696791464e-06 |

0.146| 9.22335085584702e-06 |

0.148| 9.37118839916540e-06 |

0.149| 9.52008703691831e-06 |

0.150| 9.67004421426054e-06 |

0.151| 9.82105738278616e-06 |

0.153| 9.97312399997341e-06 |

0.154| 1.01262415295178e-05 |

0.155| 1.02804074411100e-05 |

0.156| 1.04356192107691e-05 |

0.157| 1.05918743203981e-05 |

0.159| 1.07491702580065e-05 |

0.160| 1.09075045175988e-05 |

0.161| 1.10668745993969e-05 |

0.162| 1.12272780093958e-05 |

0.164| 1.13887122598078e-05 |

0.165| 1.15511748687291e-05 |

0.166| 1.17146633602516e-05 |

0.167| 1.18791752643510e-05 |

0.168| 1.20447081171093e-05 |

0.170| 1.22112594603818e-05 |

0.171| 1.23788268420189e-05 |

0.172| 1.25474078157550e-05 |

0.173| 1.27169999413201e-05 |

0.175| 1.28876007842171e-05 |

0.176| 1.30592079157221e-05 |

0.177| 1.32318189131064e-05 |

0.178| 1.34054313594145e-05 |

0.179| 1.35800428435751e-05 |

0.181| 1.37556509602899e-05 |

0.182| 1.39322533099229e-05 |

0.183| 1.41098474987222e-05 |

0.184| 1.42884311388203e-05 |

0.186| 1.44680018479004e-05 |

0.187| 1.46485572494193e-05 |

0.188| 1.48300949726066e-05 |

0.189| 1.50126126524652e-05 |

0.190| 1.51961079295493e-05 |

0.192| 1.53805784501859e-05 |

0.193| 1.55660218663645e-05 |

0.194| 1.57524358357364e-05 |

0.195| 1.59398180215042e-05 |

0.197| 1.61281660925328e-05 |

0.198| 1.63174777233488e-05 |

0.199| 1.65077505940303e-05 |

0.200| 1.66989823903174e-05 |

0.201| 1.68911708033903e-05 |

0.203| 1.70843135300913e-05 |

0.204| 1.72784082728139e-05 |

0.205| 1.74734527393916e-05 |

0.206| 1.76694446433201e-05 |

0.208| 1.78663817034241e-05 |

0.209| 1.80642616441906e-05 |

0.210| 1.82630821954355e-05 |

0.211| 1.84628410925258e-05 |

0.212| 1.86635360762688e-05 |

0.214| 1.88651648930227e-05 |

0.215| 1.90677252942528e-05 |

0.216| 1.92712150371976e-05 |

0.217| 1.94756318843137e-05 |

0.219| 1.96809736033865e-05 |

0.220| 1.98872379677528e-05 |

0.221| 2.00944227559674e-05 |

0.222| 2.03025257519140e-05 |

0.223| 2.05115447450277e-05 |

0.225| 2.07214775298503e-05 |

0.226| 2.09323219063640e-05 |

0.227| 2.11440756796577e-05 |

0.228| 2.13567366603717e-05 |

0.229| 2.15703026641423e-05 |

0.231| 2.17847715121566e-05 |

0.232| 2.20001410305981e-05 |

0.233| 2.22164090509791e-05 |

0.234| 2.24335734101411e-05 |

0.236| 2.26516319498105e-05 |

0.237| 2.28705825173758e-05 |

0.238| 2.30904229648887e-05 |

0.239| 2.33111511500628e-05 |

0.240| 2.35327649354966e-05 |

0.242| 2.37552621888959e-05 |

0.243| 2.39786407832954e-05 |

0.244| 2.42028985967258e-05 |

0.245| 2.44280335123248e-05 |

0.247| 2.46540434183373e-05 |

0.248| 2.48809262081151e-05 |

0.249| 2.51086797801170e-05 |

0.250| 2.53373020377978e-05 |

0.251| 2.55667908896084e-05 |

0.253| 2.57971442492178e-05 |

0.254| 2.60283600350686e-05 |

0.255| 2.62604361708219e-05 |

0.256| 2.64933705851345e-05 |

0.258| 2.67271612114373e-05 |

0.259| 2.69618059883792e-05 |

0.260| 2.71973028594941e-05 |

0.261| 2.74336497732008e-05 |

0.262| 2.76708446829144e-05 |

0.264| 2.79088855470455e-05 |

0.265| 2.81477703286681e-05 |

0.266| 2.83874969960740e-05 |

0.267| 2.86280635223291e-05 |

0.269| 2.88694678852730e-05 |

0.270| 2.91117080677417e-05 |

0.271| 2.93547820573448e-05 |

0.272| 2.95986878465770e-05 |

0.273| 2.98434234328182e-05 |

0.275| 3.00889868182219e-05 |

0.276| 3.03353760097158e-05 |

0.277| 3.05825890191125e-05 |

0.278| 3.08306238628875e-05 |

0.280| 3.10794785624013e-05 |

0.281| 3.13291511436775e-05 |

0.282| 3.15796396376244e-05 |

0.283| 3.18309420797025e-05 |

0.284| 3.20830565103680e-05 |

0.286| 3.23359809746293e-05 |

0.287| 3.25897135221576e-05 |

0.288| 3.28442522075090e-05 |

0.289| 3.30995950895696e-05 |

0.291| 3.33557402323326e-05 |

0.292| 3.36126857041208e-05 |

0.293| 3.38704295781422e-05 |

0.294| 3.41289699320457e-05 |

0.295| 3.43883048482541e-05 |

0.297| 3.46484324136309e-05 |

0.298| 3.49093507199250e-05 |

0.299| 3.51710578632147e-05 |

0.300| 3.54335519443527e-05 |

0.302| 3.56968310685213e-05 |

0.303| 3.59608933457878e-05 |

0.304| 3.62257368905494e-05 |

0.305| 3.64913598217553e-05 |

0.306| 3.67577602630176e-05 |

0.308| 3.70249363422781e-05 |

0.309| 3.72928861920307e-05 |

0.310| 3.75616079495433e-05 |

0.311| 3.78310997561915e-05 |

0.313| 3.81013597579027e-05 |

0.314| 3.83723861053786e-05 |

0.315| 3.86441769533175e-05 |

0.316| 3.89167304610805e-05 |

0.317| 3.91900447925808e-05 |

0.319| 3.94641181159505e-05 |

0.320| 3.97389486038735e-05 |

0.321| 4.00145344333636e-05 |

0.322| 4.02908737857643e-05 |

0.323| 4.05679648469714e-05 |

0.325| 4.08458058070993e-05 |

0.326| 4.11243948605922e-05 |

0.327| 4.14037302064463e-05 |

0.328| 4.16838100477657e-05 |

0.330| 4.19646325920953e-05 |

0.331| 4.22461960513099e-05 |

0.332| 4.25284986415031e-05 |

0.333| 4.28115385830985e-05 |

0.334| 4.30953141008494e-05 |

0.336| 4.33798234238392e-05 |

0.337| 4.36650647852588e-05 |

0.338| 4.39510364226292e-05 |

0.339| 4.42377365776903e-05 |

0.341| 4.45251634964006e-05 |

0.342| 4.48133154291597e-05 |

0.343| 4.51021906301419e-05 |

0.344| 4.53917873581844e-05 |

0.345| 4.56821038760102e-05 |

0.347| 4.59731384506723e-05 |

0.348| 4.62648893533313e-05 |

0.349| 4.65573548592557e-05 |

0.350| 4.68505332480440e-05 |

0.352| 4.71444228032913e-05 |

0.353| 4.74390218128118e-05 |

0.354| 4.77343285684162e-05 |

0.355| 4.80303413662453e-05 |

0.356| 4.83270585063256e-05 |

0.358| 4.86244782927914e-05 |

0.359| 4.89225990339959e-05 |

0.360| 4.92214190422890e-05 |

0.361| 4.95209366340177e-05 |

0.363| 4.98211501297474e-05 |

0.364| 5.01220578540407e-05 |

0.365| 5.04236581353457e-05 |

0.366| 5.07259493062184e-05 |

0.367| 5.10289297032118e-05 |

0.369| 5.13325976670975e-05 |

0.370| 5.16369515424220e-05 |

0.371| 5.19419896776174e-05 |

0.372| 5.22477104254460e-05 |

0.374| 5.25541121422224e-05 |

0.375| 5.28611931884804e-05 |

0.376| 5.31689519286394e-05 |

0.377| 5.34773867311156e-05 |

0.378| 5.37864959682111e-05 |

0.380| 5.40962780160026e-05 |

0.381| 5.44067312546748e-05 |

0.382| 5.47178540682980e-05 |

0.383| 5.50296448447174e-05 |

0.385| 5.53421019757749e-05 |

0.386| 5.56552238570873e-05 |

0.387| 5.59690088881570e-05 |

0.388| 5.62834554723723e-05 |

0.389| 5.65985620170073e-05 |

0.391| 5.69143269331107e-05 |

0.392| 5.72307486355061e-05 |

0.393| 5.75478255429029e-05 |

0.394| 5.78655560777852e-05 |

0.396| 5.81839386665228e-05 |

0.397| 5.85029717392604e-05 |

0.398| 5.88226537296954e-05 |

0.399| 5.91429830755219e-05 |

0.400| 5.94639582183198e-05 |

0.402| 5.97855776029999e-05 |

0.403| 6.01078396785804e-05 |

0.404| 6.04307428976325e-05 |

0.405| 6.07542857166132e-05 |

0.406| 6.10784665955322e-05 |

0.408| 6.14032839981737e-05 |

0.409| 6.17287363920971e-05 |

0.410| 6.20548222484141e-05 |

0.411| 6.23815400419003e-05 |

0.413| 6.27088882512172e-05 |

0.414| 6.30368653584679e-05 |

0.415| 6.33654698495301e-05 |

0.416| 6.36947002138344e-05 |

0.417| 6.40245549445861e-05 |

0.419| 6.43550325385434e-05 |

0.420| 6.46861314960168e-05 |

0.421| 6.50178503209808e-05 |

0.422| 6.53501875210738e-05 |

0.424| 6.56831416073755e-05 |

0.425| 6.60167110948517e-05 |

0.426| 6.63508945015767e-05 |

0.427| 6.66856903496216e-05 |

0.428| 6.70210971644991e-05 |

0.430| 6.73571134750528e-05 |

0.431| 6.76937378140119e-05 |

0.432| 6.80309687173253e-05 |

0.433| 6.83688047246056e-05 |

0.435| 6.87072443791292e-05 |

0.436| 6.90462862273922e-05 |

0.437| 6.93859288195542e-05 |

0.438| 6.97261707093277e-05 |

0.439| 7.00670104537560e-05 |

0.441| 7.04084466133237e-05 |

0.442| 7.07504777522905e-05 |

0.443| 7.10931024380246e-05 |

0.444| 7.14363192414469e-05 |

0.446| 7.17801267371421e-05 |

0.447| 7.21245235026924e-05 |

0.448| 7.24695081195659e-05 |

0.449| 7.28150791723392e-05 |

0.450| 7.31612352490307e-05 |

0.452| 7.35079749412115e-05 |

0.453| 7.38552968436723e-05 |

0.454| 7.42031995546455e-05 |

0.455| 7.45516816759162e-05 |

0.457| 7.49007418122671e-05 |

0.458| 7.52503785721448e-05 |

0.459| 7.56005905673263e-05 |

0.460| 7.59513764126973e-05 |

0.461| 7.63027347266965e-05 |

0.463| 7.66546641310928e-05 |

0.464| 7.70071632508751e-05 |

0.465| 7.73602307143628e-05 |

0.466| 7.77138651532061e-05 |

0.468| 7.80680652022747e-05 |

0.469| 7.84228294998801e-05 |

0.470| 7.87781566874424e-05 |

0.471| 7.91340454097123e-05 |

0.472| 7.94904943147712e-05 |

0.474| 7.98475020539202e-05 |

0.475| 8.02050672815691e-05 |

0.476| 8.05631886556801e-05 |

0.477| 8.09218648371024e-05 |

0.479| 8.12810944900155e-05 |

0.480| 8.16408762820409e-05 |

0.481| 8.20012088837974e-05 |

0.482| 8.23620909690126e-05 |

0.483| 8.27235212148558e-05 |

0.485| 8.30854983013829e-05 |

0.486| 8.34480209122024e-05 |

0.487| 8.38110877338094e-05 |

0.488| 8.41746974558077e-05 |

0.490| 8.45388487712428e-05 |

0.491| 8.49035403762688e-05 |

0.492| 8.52687709698152e-05 |

0.493| 8.56345392543645e-05 |

0.494| 8.60008439352855e-05 |

0.496| 8.63676837210559e-05 |

0.497| 8.67350573234837e-05 |

0.498| 8.71029634572640e-05 |

0.499| 8.74714008402000e-05 |

0.500| 8.78403681934259e-05 |

0.502| 8.82098642407403e-05 |

0.503| 8.85798877092725e-05 |

0.504| 8.89504373293715e-05 |

0.505| 8.93215118340507e-05 |

0.507| 8.96931099596543e-05 |

0.508| 9.00652304455241e-05 |

0.509| 9.04378720338883e-05 |

0.510| 9.08110334703061e-05 |

0.511| 9.11847135030008e-05 |

0.513| 9.15589108835269e-05 |

0.514| 9.19336243662139e-05 |

0.515| 9.23088527085003e-05 |

0.516| 9.26845946707111e-05 |

0.518| 9.30608490163909e-05 |

0.519| 9.34376145117488e-05 |

0.520| 9.38148899262137e-05 |

0.521| 9.41926740321009e-05 |

0.522| 9.45709656046123e-05 |

0.524| 9.49497634219476e-05 |

0.525| 9.53290662653039e-05 |

0.526| 9.57088729187650e-05 |

0.527| 9.60891821693011e-05 |

0.529| 9.64699928068802e-05 |

0.530| 9.68513036242458e-05 |

0.531| 9.72331134172499e-05 |

0.532| 9.76154209845204e-05 |

0.533| 9.79982251275713e-05 |

0.535| 9.83815246508035e-05 |

0.536| 9.87653183616155e-05 |

0.537| 9.91496050700702e-05 |

0.538| 9.95343835893392e-05 |

0.540| 9.99196527351476e-05 |

0.541| 0.000100305411326329 |

0.542| 0.000100691658184604 |

0.543| 0.000101078392134246 |

0.544| 0.000101465612002527 |

0.546| 0.000101853316619605 |

0.547| 0.000102241504818301 |

0.548| 0.000102630175434326 |

0.549| 0.000103019327306275 |

0.551| 0.000103408959275408 |

0.552| 0.000103799070185873 |

0.553| 0.000104189658884479 |

0.554| 0.000104580724220926 |

0.555| 0.000104972265047687 |

0.557| 0.000105364280219900 |

0.558| 0.000105756768595477 |

0.559| 0.000106149729035221 |

0.560| 0.000106543160402484 |

0.562| 0.000106937061563506 |

0.563| 0.000107331431387081 |

0.564| 0.000107726268745001 |

0.565| 0.000108121572511388 |

0.566| 0.000108517341563585 |

0.568| 0.000108913574781155 |

0.569| 0.000109310271046548 |

0.570| 0.000109707429245098 |

0.571| 0.000110105048264475 |

0.573| 0.000110503126995121 |

0.574| 0.000110901664330476 |

0.575| 0.000111300659166202 |

0.576| 0.000111700110400736 |

0.577| 0.000112100016935512 |

0.579| 0.000112500377674074 |

0.580| 0.000112901191522963 |

0.581| 0.000113302457391273 |

0.582| 0.000113704174190654 |

0.583| 0.000114106340835418 |

0.585| 0.000114508956242543 |

0.586| 0.000114912019331559 |

0.587| 0.000115315529024662 |

0.588| 0.000115719484246490 |

0.590| 0.000116123883924346 |

0.591| 0.000116528726988308 |

0.592| 0.000116934012370784 |

0.593| 0.000117339739006739 |

0.594| 0.000117745905834021 |

0.596| 0.000118152511792591 |

0.597| 0.000118559555825182 |

0.598| 0.000118967036877304 |

0.599| 0.000119374953896467 |

0.601| 0.000119783305833288 |

0.602| 0.000120192091640492 |

0.603| 0.000120601310273472 |

0.604| 0.000121010960690171 |

0.605| 0.000121421041850978 |

0.607| 0.000121831552718943 |

0.608| 0.000122242492259339 |

0.609| 0.000122653859440103 |

0.610| 0.000123065653231724 |

0.612| 0.000123477872607025 |

0.613| 0.000123890516541381 |

0.614| 0.000124303584012497 |

0.615| 0.000124717074000857 |

0.616| 0.000125130985488942 |

0.618| 0.000125545317462117 |

0.619| 0.000125960068907971 |

0.620| 0.000126375238816534 |

0.621| 0.000126790826180279 |

0.623| 0.000127206829994231 |

0.624| 0.000127623249255526 |

0.625| 0.000128040082964187 |

0.626| 0.000128457330122123 |

0.627| 0.000128874989734018 |

0.629| 0.000129293060806890 |

0.630| 0.000129711542349975 |

0.631| 0.000130130433375064 |

0.632| 0.000130549732896390 |

0.634| 0.000130969439930184 |

0.635| 0.000131389553495453 |

0.636| 0.000131810072613536 |

0.637| 0.000132230996307769 |

0.638| 0.000132652323604154 |

0.640| 0.000133074053531135 |

0.641| 0.000133496185119042 |

0.642| 0.000133918717400983 |

0.643| 0.000134341649412284 |

0.645| 0.000134764980190494 |

0.646| 0.000135188708775491 |

0.647| 0.000135612834209486 |

0.648| 0.000136037355537133 |

0.649| 0.000136462271805193 |

0.651| 0.000136887582062650 |

0.652| 0.000137313285361151 |

0.653| 0.000137739380754232 |

0.654| 0.000138165867297979 |

0.656| 0.000138592744050481 |

0.657| 0.000139020010072377 |

0.658| 0.000139447664426529 |

0.659| 0.000139875706177905 |

0.660| 0.000140304134393698 |

0.662| 0.000140732948143540 |

0.663| 0.000141162146499174 |

0.664| 0.000141591728534673 |

0.665| 0.000142021693326222 |

0.667| 0.000142452039952223 |

0.668| 0.000142882767493413 |

0.669| 0.000143313875032747 |

0.670| 0.000143745361655290 |

0.671| 0.000144177226448217 |

0.673| 0.000144609468501256 |

0.674| 0.000145042086905911 |

0.675| 0.000145475080756130 |

0.676| 0.000145908449148080 |

0.677| 0.000146342191179927 |

0.679| 0.000146776305951946 |

0.680| 0.000147210792566854 |

0.681| 0.000147645650129480 |

0.682| 0.000148080877746537 |

0.684| 0.000148516474527072 |

0.685| 0.000148952439582462 |

0.686| 0.000149388772025749 |

0.687| 0.000149825470972642 |

0.688| 0.000150262535540624 |

0.690| 0.000150699964849510 |

0.691| 0.000151137758021003 |

0.692| 0.000151575914179136 |

0.693| 0.000152014432449943 |

0.695| 0.000152453311961565 |

0.696| 0.000152892551844364 |

0.697| 0.000153332151230590 |

0.698| 0.000153772109254713 |

0.699| 0.000154212425053202 |

0.701| 0.000154653097764745 |

0.702| 0.000155094126530142 |

0.703| 0.000155535510491966 |

0.704| 0.000155977248795014 |

0.706| 0.000156419340586300 |

0.707| 0.000156861785014728 |

0.708| 0.000157304581231199 |

0.709| 0.000157747728388724 |

0.710| 0.000158191225642423 |

0.712| 0.000158635072149416 |

0.713| 0.000159079267068818 |

0.714| 0.000159523809561746 |

0.715| 0.000159968698791313 |

0.717| 0.000160413933922854 |

0.718| 0.000160859514123368 |

0.719| 0.000161305438562298 |

0.720| 0.000161751706410640 |

0.721| 0.000162198316841611 |

0.723| 0.000162645269030537 |

0.724| 0.000163092562154410 |

0.725| 0.000163540195392442 |

0.726| 0.000163988167925844 |

0.728| 0.000164436478937713 |

0.729| 0.000164885127613035 |

0.730| 0.000165334113138793 |

0.731| 0.000165783434704081 |

0.732| 0.000166233091499768 |

0.734| 0.000166683082718833 |

0.735| 0.000167133407556030 |

0.736| 0.000167584065208115 |

0.737| 0.000168035054873839 |

0.739| 0.000168486375753840 |

0.740| 0.000168938027050647 |

0.741| 0.000169390007968784 |

0.742| 0.000169842317714552 |

0.743| 0.000170294955496364 |

0.745| 0.000170747920524295 |

0.746| 0.000171201212010530 |

0.747| 0.000171654829169032 |

0.748| 0.000172108771215762 |

0.750| 0.000172563037368567 |

0.751| 0.000173017626846961 |

0.752| 0.000173472538872566 |

0.753| 0.000173927772668891 |

0.754| 0.000174383327461114 |

0.756| 0.000174839202476407 |

0.757| 0.000175295396943831 |

0.758| 0.000175751910094224 |

0.759| 0.000176208741160311 |

0.760| 0.000176665889376704 |

0.762| 0.000177123353979791 |

0.763| 0.000177581134207738 |

0.764| 0.000178039229300819 |

0.765| 0.000178497638500863 |

0.767| 0.000178956361051585 |

0.768| 0.000179415396198590 |

0.769| 0.000179874743189257 |

0.770| 0.000180334401272741 |

0.771| 0.000180794369700199 |

0.773| 0.000181254647724227 |

0.774| 0.000181715234599533 |

0.775| 0.000182176129582490 |

0.776| 0.000182637331931357 |

0.778| 0.000183098840906060 |

0.779| 0.000183560655768300 |

0.780| 0.000184022775781556 |

0.781| 0.000184485200211304 |

0.782| 0.000184947928324575 |

0.784| 0.000185410959390175 |

0.785| 0.000185874292678689 |

0.786| 0.000186337927462477 |

0.787| 0.000186801863015673 |

0.789| 0.000187266098614192 |

0.790| 0.000187730633535610 |

0.791| 0.000188195467059060 |

0.792| 0.000188660598465895 |

0.793| 0.000189126027038800 |

0.795| 0.000189591752062346 |

0.796| 0.000190057772822660 |

0.797| 0.000190524088607980 |

0.798| 0.000190990698707760 |

0.800| 0.000191457602413347 |

0.801| 0.000191924799018084 |

0.802| 0.000192392287816645 |

0.803| 0.000192860068105483 |

0.804| 0.000193328139182825 |

0.806| 0.000193796500348675 |

0.807| 0.000194265150904482 |

0.808| 0.000194734090153470 |

0.809| 0.000195203317400749 |

0.811| 0.000195672831952765 |

0.812| 0.000196142633117846 |

0.813| 0.000196612720205991 |

0.814| 0.000197083092528749 |

0.815| 0.000197553749399226 |

0.817| 0.000198024690132526 |

0.818| 0.000198495914045194 |

0.819| 0.000198967420455332 |

0.820| 0.000199439208682928 |

0.822| 0.000199911278049414 |

0.823| 0.000200383627877776 |

0.824| 0.000200856257492998 |

0.825| 0.000201329166221287 |

0.826| 0.000201802353390734 |

0.828| 0.000202275818330877 |

0.829| 0.000202749560372917 |

0.830| 0.000203223578849832 |

0.831| 0.000203697873096043 |

0.833| 0.000204172442447526 |

0.834| 0.000204647286241810 |

0.835| 0.000205122403818425 |

0.836| 0.000205597794517898 |

0.837| 0.000206073457682976 |

0.839| 0.000206549392657296 |

0.840| 0.000207025598786714 |

0.841| 0.000207502075418420 |

0.842| 0.000207978821900934 |

0.844| 0.000208455837584776 |

0.845| 0.000208933121821575 |

0.846| 0.000209410673964738 |

0.847| 0.000209888493369448 |

0.848| 0.000210366579392218 |

0.850| 0.000210844931390897 |

0.851| 0.000211323548725328 |

0.852| 0.000211802430756691 |

0.853| 0.000212281576847495 |

0.854| 0.000212760986362248 |

0.856| 0.000213240658666569 |

0.857| 0.000213720593127853 |

0.858| 0.000214200789114827 |

0.859| 0.000214681245997772 |

0.861| 0.000215161963148525 |

0.862| 0.000215642939940697 |

0.863| 0.000216124175749011 |

0.864| 0.000216605669949743 |

0.865| 0.000217087421920947 |

0.867| 0.000217569431042008 |

0.868| 0.000218051696693644 |

0.869| 0.000218534218258348 |

0.870| 0.000219016995119947 |

0.872| 0.000219500026663821 |

0.873| 0.000219983312276684 |

0.874| 0.000220466851347023 |

0.875| 0.000220950643264439 |

0.876| 0.000221434687420086 |

0.878| 0.000221918983206892 |

0.879| 0.000222403530018900 |

0.880| 0.000222888327251702 |

0.881| 0.000223373374302449 |

0.883| 0.000223858670569621 |

0.884| 0.000224344215453254 |

0.885| 0.000224830008354715 |

0.886| 0.000225316048676927 |

0.887| 0.000225802335823921 |

0.889| 0.000226288869201952 |

0.890| 0.000226775648217714 |

0.891| 0.000227262672279904 |

0.892| 0.000227749940798772 |

0.894| 0.000228237453185676 |

0.895| 0.000228725208853309 |

0.896| 0.000229213207215917 |

0.897| 0.000229701447689523 |

0.898| 0.000230189929690816 |

0.900| 0.000230678652638483 |

0.901| 0.000231167615952321 |

0.902| 0.000231656819053683 |

0.903| 0.000232146261365251 |

0.905| 0.000232635942311044 |

0.906| 0.000233125861316630 |

0.907| 0.000233616017808691 |

0.908| 0.000234106411215462 |

0.909| 0.000234597040966733 |

0.911| 0.000235087906493181 |

0.912| 0.000235579007227260 |

0.913| 0.000236070342602757 |

0.914| 0.000236561912054789 |

0.916| 0.000237053715019586 |

0.917| 0.000237545750935153 |

0.918| 0.000238038019240383 |

0.919| 0.000238530519375946 |

0.920| 0.000239023250783843 |

0.922| 0.000239516212906743 |

0.923| 0.000240009405189756 |

0.924| 0.000240502827078437 |

0.925| 0.000240996478019895 |

0.927| 0.000241490357462792 |

0.928| 0.000241984464856904 |

0.929| 0.000242478799653334 |

0.930| 0.000242973361304744 |

0.931| 0.000243468149264903 |

0.933| 0.000243963162988914 |

0.934| 0.000244458401933434 |

0.935| 0.000244953865555786 |

0.936| 0.000245449553315291 |

0.938| 0.000245945464672381 |

0.939| 0.000246441599088598 |

0.940| 0.000246937956026816 |

0.941| 0.000247434534951463 |

0.942| 0.000247931335328078 |

0.944| 0.000248428356623309 |

0.945| 0.000248925598305361 |

0.946| 0.000249423059843545 |

0.947| 0.000249920740708731 |

0.948| 0.000250418640372674 |

0.950| 0.000250916758308684 |

0.951| 0.000251415093991181 |

0.952| 0.000251913646895918 |

0.953| 0.000252412416499759 |

0.955| 0.000252911402281342 |

0.956| 0.000253410603719750 |

0.957| 0.000253910020296066 |

0.958| 0.000254409651492260 |

0.959| 0.000254909496791633 |

0.961| 0.000255409555678598 |

0.962| 0.000255909827638900 |

0.963| 0.000256410312159616 |

0.964| 0.000256911008729155 |

0.966| 0.000257411916836592 |

0.967| 0.000257913035972779 |

0.968| 0.000258414365629678 |

0.969| 0.000258915905300583 |

0.970| 0.000259417654479455 |

0.972| 0.000259919612662252 |

0.973| 0.000260421779345599 |

0.974| 0.000260924154027453 |

0.975| 0.000261426736207326 |

0.977| 0.000261929525385396 |

0.978| 0.000262432521063172 |

0.979| 0.000262935722743718 |

0.980| 0.000263439129930987 |

0.981| 0.000263942742130041 |

0.983| 0.000264446558847498 |

0.984| 0.000264950579590861 |

0.985| 0.000265454803868970 |

0.986| 0.000265959231191548 |

0.988| 0.000266463861070099 |

0.989| 0.000266968693016789 |

0.990| 0.000267473726544898 |

0.991| 0.000267978961169479 |

0.992| 0.000268484396406032 |

0.994| 0.000268990031771610 |

0.995| 0.000269495866784597 |

0.996| 0.000270001900964267 |

0.997| 0.000270508133830782 |

0.999| 0.000271014564906080 |

1.000| 0.000271521193712765 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.031| 0.09007|

0.063| 0.17958|

0.094| 0.26796|

0.125| 0.35466|

0.156| 0.43915|

0.188| 0.52091|

0.219| 0.59947|

0.250| 0.67435|

0.281| 0.74515|

0.313| 0.81149|

0.344| 0.87301|

0.375| 0.92944|

0.406| 0.98053|

0.438| 1.02609|

0.469| 1.06599|

0.500| 1.10013|

0.531| 1.12849|

0.563| 1.15109|

0.594| 1.16803|

0.625| 1.17944|

0.656| 1.18551|

0.688| 1.18649|

0.719| 1.18265|

0.750| 1.17435|

0.781| 1.16197|

0.813| 1.14591|

0.844| 1.12665|

0.875| 1.10466|

0.906| 1.08046|

0.938| 1.05458|

0.969| 1.02757|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.000271521193712765**

**НЕЯВНАЯ СХЕМА**

**N = 8**

t| delta|

0.125| 0.000190253147466901 |

0.250| 0.000533493884516179 |

0.375| 0.000999755990083062 |

0.500| 0.001564942832965599 |

0.625| 0.002209677674467114 |

0.750| 0.002918379166333529 |

0.875| 0.003678517934183390 |

1.000| 0.004480018776575001 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.125| 0.35632|

0.250| 0.67743|

0.375| 0.93347|

0.500| 1.10448|

0.625| 1.18347|

0.750| 1.17743|

0.875| 1.10632|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.004480018776575001**

**N = 16**

t| delta|

0.063| 1.32187896341174e-05 |

0.125| 3.82088110294498e-05 |

0.188| 7.36810248959108e-05 |

0.250| 0.000118487551537205 |

0.313| 0.000171606212802322 |

0.375| 0.000232126766812391 |

0.438| 0.000299238650088740 |

0.500| 0.000372220062009210 |

0.563| 0.000450428244603951 |

0.625| 0.000533290826782329 |

0.688| 0.000620298116435825 |

0.750| 0.000710996236613415 |

0.813| 0.000804981013337702 |

0.875| 0.000901892532751969 |

0.938| 0.001001410294300786 |

1.000| 0.001103248894673392 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.063| 0.17977|

0.125| 0.35503|

0.188| 0.52146|

0.250| 0.67504|

0.313| 0.81230|

0.375| 0.93035|

0.438| 1.02705|

0.500| 1.10110|

0.563| 1.15205|

0.625| 1.18035|

0.688| 1.18730|

0.750| 1.17504|

0.813| 1.14646|

0.875| 1.10503|

0.938| 1.05477|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.001103248894673392**

**N = 32**

t| delta|

0.031| 8.74751344692726e-07 |

0.063| 2.57346849108497e-06 |

0.094| 5.04831435832465e-06 |

0.125| 8.25422914907392e-06 |

0.156| 1.21487691073785e-05 |

0.188| 1.66919546402688e-05 |

0.219| 2.18461272541992e-05 |

0.250| 2.75758147992855e-05 |

0.281| 3.38476045369518e-05 |

0.313| 4.06300235751278e-05 |

0.344| 4.78934262480024e-05 |

0.375| 5.56098880315492e-05 |

0.406| 6.37531056187912e-05 |

0.438| 7.22983027973134e-05 |

0.469| 8.12221417899606e-05 |

0.500| 9.05026397439723e-05 |

0.531| 0.000100119090067241 |

0.563| 0.000110051988333582 |

0.594| 0.000120282962486673 |

0.625| 0.000130794707099424 |

0.656| 0.000141570921447620 |

0.688| 0.000152596251180359 |

0.719| 0.000163856233376447 |

0.750| 0.000175337244789353 |

0.781| 0.000187026453099870 |

0.813| 0.000198911770995847 |

0.844| 0.000210981812919675 |

0.875| 0.000223225854326436 |

0.906| 0.000235633793307155 |

0.938| 0.000248196114441823 |

0.969| 0.000260903854746308 |

1.000| 0.000273748571602894 |

**В конечный момент времени:**

x| uj|

0.000| 0.00000|

0.031| 0.09009|

0.063| 0.17961|

0.094| 0.26800|

0.125| 0.35471|

0.156| 0.43922|

0.188| 0.52099|

0.219| 0.59956|

0.250| 0.67446|

0.281| 0.74527|

0.313| 0.81161|

0.344| 0.87314|

0.375| 0.92958|

0.406| 0.98068|

0.438| 1.02624|

0.469| 1.06613|

0.500| 1.10027|

0.531| 1.12863|

0.563| 1.15124|

0.594| 1.16818|

0.625| 1.17958|

0.656| 1.18564|

0.688| 1.18661|

0.719| 1.18277|

0.750| 1.17446|

0.781| 1.16206|

0.813| 1.14599|

0.844| 1.12672|

0.875| 1.10471|

0.906| 1.08050|

0.938| 1.05461|

0.969| 1.02759|

1.000| 1.00000|

**Максимальная погрешность: 0.000273748571602894**

**Краткие выводы**

Были реализованы следующие методы численного решения краевых задач ОДУ:

* Метод стрельб (с помощью метода Рунге-Кутты 4-го порядка)

И для решения начально-краевой задачи для уравнения теплопроводности:

* Метод конечных разностей (используя явную схему)
* Метод конечных разностей (используя неявную схему)

Метод стрельб имеет не очень сложную реализацию и позволяет с легкостью достигать заданной точности, при этом его сложность зависит от способа решения уравнения  и применяемого метода решения задачи Коши.

Методы конечных разностей реализовывать оказалось чуть сложнее. Явные схемы вычисляют значение сеточной функции через данные соседних точек, в отличие от неявных схем, использующих уравнения, которые выражают данные через несколько соседних точек результата.

Явная и неявная схема имеют одинаковый порядок аппроксимации () и одинаковый порядок сложности на каждом шаге О(n).

Вариант 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 8 | 16 | 32 |
| Явная схема | 0.002151839400498567 | 0.000543663585224063 | 0.000135760596856382 |
| Неявная схема | 0.002240009388287389 | 0.000551624447336030 | 0.000136874285803001 |

Вариант 6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 8 | 16 | 32 |
| Явная схема | 0.004303678800997135 | 0.001087327170448127 | 0.000271521193712765 |
| Неявная схема | 0.004480018776575001 | 0.001103248894673392 | 0.000273748571602894 |

1. **Текст программы**

Программа состоит из одного файла «Main.cpp» - исходный код программы

#define \_USE\_MATH\_DEFINES

#include <fstream>

#include <iomanip>

#include <cmath>

#include <vector>

#include <map>

using namespace std;

int variant = 6;

const double EPS = 10E-7;

#pragma region TASK\_1

// Функции для метода стрельб

double A(double x) {

switch (variant) {

case 3: return 50 \* (x - 0.5);

case 6: return 50 \* (x + 1);ъ

default: return 0;

}

}

double B(double x) {

switch (variant) {

case 3: return 2 - x \* x;

case 6: return 2 - x \* x;

default: return 0;

}

}

double C(double x) {

switch (variant) {

case 3: return 2 \* x - 1;

case 6: return 2 \* x + 1;

default: return 0;

}

}

double Ypr(double x) {

return 1. + x + 10. \* log(variant + 1.) \* x \* x \* x \* (1. - x) \* (1. - x) \* (1. - x);

}

double Ydiff1(double x) {

return 1. - 30. \* log(variant + 1.)\*(x - 1.)\*(x - 1.)\*x\*x\*(2. \* x - 1.);

}

double Ydiff2(double x) {

return -60. \* x\* log(variant + 1.)\*(5. \* x\*x\*x - 10. \* x\*x + 6. \* x - 1.);

}

double F(double x) {

return Ydiff2(x) + A(x)\*Ydiff1(x) - B(x)\*Ypr(x) + C(x)\*sin(Ypr(x));

}

// Шаг

pair<double, double> Step(int i, double h, double yih, double zih)

{

double k1, k2, k3, k4, m1, m2, m3, m4, y, z;

k1 = zih \* h;

m1 = (F(i\*h) - A(i\*h)\*zih + B(i\*h)\*yih - C(i\*h)\*sin(yih))\*h;

k2 = (zih + m1 / 2.)\*h;

m2 = (F(i\*h + h / 2.) - A(i\*h + h / 2.)\*(zih + m1 / 2.) + B(i\*h + h / 2.)\*(yih + k1 / 2.) - C(i\*h + h / 2.)\*sin(yih + k1 / 2.))\*h;

k3 = (zih + m2 / 2.)\*h;

m3 = (F(i\*h + h / 2.) - A(i\*h + h / 2.)\*(zih + m2 / 2.) + B(i\*h + h / 2.)\*(yih + k2 / 2.) - C(i\*h + h / 2.)\*sin(yih + k2 / 2.))\*h;

k4 = (zih + m3)\*h;

m4 = (F(i\*h + h) - A(i\*h + h)\*(zih + m3) + B(i\*h + h)\*(yih + k3) - C(i\*h + h)\*sin(yih + k3))\*h;

y = yih + 1. / 6.\*(k1 + 2. \* k2 + 2. \* k3 + k4);

z = zih + 1. / 6.\*(m1 + 2. \* m2 + 2. \* m3 + m4);

return pair<double, double>(y, z);

}

map<float, double> z;

// Метод Рунге-Кутты 4-го порядка

map<float, double> RungeKuttMethod(double y0, double a0, double &h, double eps, int k, double &globalMaxeps, ofstream & fout)

{

map<float, double> y;

pair<double, double> next, next05, next1;

double maxeps = -1.;

int i = 0;

y[0] = y0;

z[0] = a0;

do

{

next = Step(i, h, y[h\*i], z[h\*i]);

next05 = Step(i, h / 2., y[h\*i], z[(h\*i)]);

next1 = Step(i, h / 2., next05.first, next05.second);

if (abs(next.first - next1.first) >= eps) {

h /= 2.;

i = 0;

}

else {

double f = (i\*h + h);

y[f] = next.first;

z[f] = next.second;

if (maxeps < abs(next.first - Ypr(f)))

maxeps = abs(next.first - Ypr(f));

i++;

}

} while (i\*h < 1.);

if (maxeps > globalMaxeps) globalMaxeps = maxeps;

fout << setw(4) << k << "|" << setprecision(5) << fixed << setw(9) << z[0] << "|" << setw(9) << y[1] << "|" << setw(19);

if (maxeps < 0.0001) fout << setprecision(11) << scientific << maxeps << "|" << endl;

else fout << setprecision(15) << fixed << maxeps << "|" << endl;

return y;

}

// Метод стрельб

void ShootsMethod(ofstream & fout)

{

double yBegin = 1, yEnd = 2, h = 0.1, a0 = 0, a1 = 3, a2, maxeps;

map<float, double> fy;

int i = 1;

fout << setw(4) << setprecision(0) << "Itr|" << setw(9) << "z(0)|"

<< setw(9) << "y(0)|" << setw(20) << "Delta|\n";

fy = RungeKuttMethod(yBegin, a0, h, 10E-5, i++, maxeps, fout);

fy = RungeKuttMethod(yBegin, a1, h, 10E-5, i++, maxeps, fout);

do

{

a2 = (a0 + a1) / 2;

fy = RungeKuttMethod(yBegin, a2, h, 10E-5, i, maxeps, fout);

if (fy[1] < 2)

a0 = a2;

else a1 = a2;

i++;

} while (abs(fy[1] - 2) > EPS);

fout << "\nМаксимальная по модулю погрешность: " << fixed << maxeps << "\n";

fout << setw(9) << "x|" << setw(9) << "y(x)|" << setw(9) << "Yпр|" << setw(9) << "z(x)|" << setw(19) << "Delta|\n";

maxeps = 0;

i = 0;

double p = 0.00625;

for (double q = 0; q <= 1; q+= p)

{

double pogr = abs(fy[q] - Ypr(q));

if (pogr > maxeps) maxeps = pogr;

fout << setw(9) << fixed << setprecision(5) << q << "|" << setw(9) << fy[q]

<< "|" << setw(9) << Ypr(q) << "|" << setw(9) << z[q] << "|" << setw(19);

if (maxeps < 0.0001) fout << setprecision(11) << scientific << pogr << "|" << endl;

else fout << setprecision(15) << fixed << pogr << "|" << endl;

if (abs(q - 0.96250) < 0.0001) p /= 2;

}

fout << "\nМаксимальная по модулю погрешность: " << maxeps << "\n";

}

#pragma endregion

#pragma region TASK\_2

////////// ЗАДАЧА 2 /////////////

// Функции для метода конечных разностей

double f(double t, double x) {return 0.1 \* variant \* sin(M\_PI \* x) + 0.1 \* 0.2 \* M\_PI \* M\_PI \* t \* variant \* sin(M\_PI \* x); }

double u(double t, double x) { return x + 0.1 \* t \* variant \* sin(M\_PI\*x); }

double phi(double x) { return x; }

// Тау для явной схемы

double tnExpl(double n, double i) { return (1. / n) \* (1. / n) / (4. \* 0.2) \* i;}

// Тау для неявной схемы

double tnImpl(double n, double i) { return i \* (1. / n); }

// Явная схема

vector<double> ExplicitScheme(double chi, double a, double b, int n, int maxi)

{

vector <double> un(n+1);

auto h = 1.0 / n;

auto tau = h \* h / (4 \* chi);

for (auto j = 0; j < un.size(); j++)

{

un[j] = phi(j\*h);

}

auto unnew = un;

for (auto i = 0; i < maxi; i++)

{

for (auto j = 1; j < un.size() - 1; j++)

unnew[j] = un[j] + tau \* (chi \* (un[j + 1] - 2 \* un[j] + un[j - 1]) / (h \* h) + f(tau\*i, j\*h));

un = unnew;

}

return un;

}

// Текущая погрешнсть

static double CurDelta(vector<double> layer, double i, double chi, bool isExplicit)

{

auto n = layer.size() - 1;

auto h = 1.0 / n;

auto tau = isExplicit ? h \* h / (4 \* chi) : h;

double max = 0;

for (int j = 0; j <= n; j++)

{

if (abs(u(tau\*i, j\*h) - layer[j]) > max)

max = abs(u(tau\*i, j\*h) - layer[j]);

}

return max;

}

vector <double> Solve(vector<vector<double>> matrix, vector<double> rightPart)

{

auto n = matrix[0].size();

vector <double> alpha (n), betta(n);

alpha[1] = -matrix[0][1] / matrix[0][0];

betta[1] = rightPart[0] / matrix[0][0];

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

{

alpha[i + 1] = -matrix[i][i+1] / (matrix[i][i] + matrix[i][i - 1] \* alpha[i]);

betta[i + 1] = (rightPart[i] - matrix[i][i - 1] \* betta[i]) / (matrix[i][i] + matrix[i][i - 1] \* alpha[i]);

}

vector<double> x (n);

x[n - 1] = (rightPart[n - 1] - matrix[n-1][n-2] \* betta[n - 1]) / (matrix[n-1][n-1] + matrix[n - 1][n-2] \* alpha[n - 1]);

for (int i = n - 2; i >= 0; i--)

x[i] = alpha[i + 1] \* x[i + 1] + betta[i + 1];

return x;

}

// Неявная схема

vector<double> ImplicitScheme(double chi, double a, double b, int n, int maxi)

{

auto h = 1.0 / n;

auto tau = h;

auto d = (tau \* chi) / (h \* h);

vector <double> g(n - 1);

vector<vector<double>> matrix(n-1, g);

for (int i = 0; i < matrix[0].size(); i++)

{

if (i - 1 >= 0)

matrix[i][i - 1] = -d;

matrix[i][i] = 1 + 2 \* d;

if (i + 1 < matrix[1].size())

matrix[i][i + 1] = -d;

}

vector <double> un (n + 1);

for (int j = 0; j < un.size(); j++)

{

un[j] = phi(j\*h);

}

un[0] = a;

un[un.size() - 1] = b;

vector <double> rightPart(un.size() - 2);

for (int i = 0; i < maxi; i++)

{

for (int j = 0; j < rightPart.size(); j++)

rightPart[j] = un[j + 1] + tau \* f(tau\*(i + 1), h\*(j + 1));

rightPart[0] += d \* a;

rightPart[rightPart.size() - 1] += d \* b;

rightPart = Solve(matrix, rightPart);

for (int j = 0; j < rightPart.size(); j++)

un[j + 1] = rightPart[j];

}

return un;

}

// Метод конечных разностей

void FiniteDifferenceMethod(ofstream & fout)

{

double chi(0.2), a(0.), b(1.), Del\_T(0);

vector <double > currentLayer, firstLayer;

fout << "\nЯВНАЯ СХЕМА\n";

for (int n = 8; n <= 32; n \*= 2)

{

fout << "\nN = " << n << endl << endl;

fout << setw(7) << "t|" << setw(22) << "delta|" << setw(4)<< "x:\n";

Del\_T = 0;

bool last = false;

for (int i = 0; round(tnExpl(n, i)\*1000.) / 1000. <= 1.001; i++)

{

double t = tnExpl(n, i);

currentLayer = ExplicitScheme(chi, a, b, n, i);

if (i == 0) firstLayer = currentLayer;

auto currentDelta = CurDelta(currentLayer, i, chi, true);

// Output

fout << setw(7) << setprecision(3) << fixed << t << "|" << setw(22) << setprecision(18);

if (currentDelta < 0.0001) fout << setprecision(14) << scientific << currentDelta << setw(4) << "| ";

else fout << fixed << currentDelta << setw(4) << "| ";

for (auto i : currentLayer)

fout << setw(9) << setprecision(5) << fixed << i << "|";

fout << endl;

// maxDelta

if (currentDelta > Del\_T)

Del\_T = currentDelta;

if (round(t\*1000.) >= 1000) break;

}

fout << "\nВ конечный момент времени: \n" << setw(7) << "x|" << setw(9) << "uj|\n";

for (int i = 0; i < currentLayer.size(); i++)

fout << setw(7) << setprecision(3) << fixed << firstLayer[i] << "|"

<< setw(9) << setprecision(5) << fixed << currentLayer[i] << "|\n";

fout << "\nМаксимальная погрешность: " << Del\_T << endl << endl;

}

fout << "\nНЕЯВНАЯ СХЕМА\n";

for (int n = 8; n <= 32; n \*= 2)

{

fout << "\nN = " << n << endl << endl;

fout << setw(7) << "t|" << setw(22) << "delta|" << setw(4) << "x:\n";

Del\_T = 0;

for (int i = 0; tnImpl(n, i) <= 1; i++)

{

double t = tnImpl(n, i);

currentLayer = ImplicitScheme(chi, a, b, n, i);

if (i == 0) firstLayer = currentLayer;

auto currentDelta = CurDelta(currentLayer, i, chi, false);

// Output

fout << setw(7) << setprecision(3) << fixed << t << "|" << setw(22) << setprecision(18);

if (currentDelta < 0.0001) fout << setprecision(14) << scientific << currentDelta << setw(4) << "| ";

else fout << fixed << currentDelta << setw(4) << "| ";

for (auto i : currentLayer)

fout << setw(9) << setprecision(5) << fixed << i << "|";

fout << endl;

// MaxDelta

if (currentDelta > Del\_T)

Del\_T = currentDelta;

}

fout << "\nВ конечный момент времени: \n" << setw(7) << "x|" << setw(9) << "uj|\n";

for (int i = 0; i < currentLayer.size(); i++)

fout << setw(7) << setprecision(3) << fixed << firstLayer[i] << "|"

<< setw(9) << setprecision(5) << fixed << currentLayer[i] << "|\n";

fout << "\nМаксимальная погрешность: " << Del\_T;

}

}

#pragma endregion

int main()

{

ofstream fout("output.txt");

fout << "\nМЕТОД CТРЕЛЬБ\n";

ShootsMethod(fout);

fout << "\nМЕТОД КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ\n";

FiniteDifferenceMethod(fout);

system("pause");

return 0;

}