

Лабораторная №6

Болясников Вадим Андреевич 6204-010302

Задание на лабораторную:

Разработать приложение, формирующее в одном потоке вычислений набор заданий для интегрирования, а во втором потоке – вычисляющее значения интегралов функций.

Задание 1

Я добавил в класс Functions метод integrate(), который вычисляет значение интеграла функции методом трапеций. Метод принимает параметры:

- Function function – интегрируемая функция
- double left, double right – границы области интегрирования
- double step – шаг дискретизации

Если интервал интегрирования выходит за границы области определения функции, метод выбрасывает исключение IllegalArgumentException. Вычисление интеграла выполняется по методу трапеций: вся область интегрирования разбивается на участки, длина которых (кроме одного) равна шагу дискретизации. На каждом участке площадь под кривой приближается площадью трапеции.

В методе main() проверил работу метода интегрирования, вычислив интеграл для экспоненты на отрезке от 0 до 1. Определил, что для достижения точности в 7 знаков после запятой требуется шаг дискретизации приблизительно 3.05×10^{-6} .

Задание 2

Я создал пакет threads, в котором разместил классы, связанные с потоками. В этом пакете описал класс Task, объект которого хранит:

- ссылку на объект интегрируемой функции
- границы области интегрирования
- шаг дискретизации
- целочисленное поле с количеством выполняемых заданий

В главном классе программы описал метод nonThread(), реализующий последовательную (без применения потоков) версию программы. В методе создал объект класса Task и установил количество выполняемых заданий (100). В цикле выполнялись следующие действия:

- Создание логарифмической функции со случайным основанием от 1 до 10
- Указание левой границы интегрирования (случайно от 0 до 100)
- Указание правой границы интегрирования (случайно от 100 до 200)
- Указание шага дискретизации (случайно от 0 до 1)

Вывод в консоль сообщения вида "Source <левая граница> <правая граница> <шаг>"

Вычисление значения интеграла

Вывод в консоль сообщения вида "Result <левая граница> <правая граница> <шаг> <результат>"

Проверил работу метода, вызвав его в методе main().

Задание 3

В пакете threads создал два класса:

- SimpleGenerator – реализует интерфейс Runnable, получает в конструкторе ссылку на объект типа Task, в методе run() в цикле формирует задачи и заносит их в объект задания, а также выводит сообщения в консоль.

- SimpleIntegrator – реализует интерфейс Runnable, получает в конструкторе ссылку на объект типа Task, в методе run() в цикле решает задачи, данные для которых берутся из объекта задания, а также выводит сообщения в консоль.

В главном классе программы создал метод simpleThreads(), в котором создал объект задания, указал количество выполняемых заданий (100), создал и запустил два потока вычислений на основе классов SimpleGenerator и SimpleIntegrator.

При запуске программы столкнулся с проблемами:

- NullPointerException – интегрирующий поток пытался получить данные до того, как генератор их установил.
- Смешивание данных из разных заданий – интегрирующий поток мог выводить сообщение с набором данных, который не встречался в сообщениях генерирующего потока.

Для устранения этих проблем использовал блоки синхронизации в методах run() генерирующего и интегрирующего потоков, обеспечив атомарность операций записи и чтения данных задания.

Задание 4

Определил причину того, что не все сгенерированные задания оказываются выполнены интегрирующим потоком: отсутствие корректной синхронизации между генерацией и обработкой заданий.

Для устранения этой проблемы создал в пакете threads два класса:

- Generator – расширяет класс Thread, получает в конструкторе ссылки на объект типа Task и на объект семафора, в методе run() выполняет те же действия, что и в предыдущей версии генерирующего класса, но с использованием возможностей семафора.
- Integrator – расширяет класс Thread, получает в конструкторе ссылки на объект типа Task и на объект семафора, в методе run() выполняет те же действия, что и в предыдущей версии интегрирующего класса, но с использованием возможностей семафора.

В главном классе программы создал метод complicatedThreads(), в котором создал объект задания, указал количество выполняемых заданий (100), создал и запустил два потока вычислений классов Generator и Integrator. Использовал семафор java.util.concurrent.Semaphore с одним разрешением, который обеспечивает взаимоисключающий доступ к объекту Task.

Добавил обработку прерывания потоков: после создания потоков основной поток программы выжидает 50 миллисекунд, после чего прерывает работу потоков вызовом метода interrupt(). Изменил код классов потоков так, чтобы прерывание происходило корректно – добавлены проверки флага прерывания и обработка InterruptedException. Проверил работу метода, вызывая его в методе main(), а также запуская программу несколько раз с разными приоритетами потоков. Убедился, что:

Все сгенерированные задания выполняются интегрирующим потоком

Не возникает исключений NullPointerException

Не происходит смешивания данных из разных заданий

Прерывание потоков работает корректно

ВЫВОД:

```
== ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 - ИНТЕГРИРОВАНИЕ ==
== ВЕРСИЯ С СЕМАФОРОМ (java.util.concurrent.Semaphore) ==
Количество заданий: 100
Запускаем потоки...

Generator: Source 1,2912 147,5124 0,0597 (base=9,5693, task=1)
Integrator: Result 1,2912 147,5124 0,0597 261,27810684 (task=1)
Generator: Source 57,3281 191,8560 0,7533 (base=7,8791, task=2)
Integrator: Result 57,3281 191,8560 0,7533 310,96634103 (task=2)
Generator: Source 82,5529 102,5947 0,9870 (base=1,2268, task=3)
Integrator: Result 82,5529 102,5947 0,9870 443,78592443 (task=3)
Generator: Source 5,5037 170,3050 0,6107 (base=6,8855, task=4)
Integrator: Result 5,5037 170,3050 0,6107 363,20014418 (task=4)
Generator: Source 55,2517 111,6023 0,1426 (base=4,5435, task=5)
Integrator: Result 55,2517 111,6023 0,1426 163,95767746 (task=5)
Generator: Source 83,6112 150,4899 0,1341 (base=9,7526, task=6)
Integrator: Result 83,6112 150,4899 0,1341 139,44216393 (task=6)
Generator: Source 4,3017 181,4623 0,3199 (base=8,0942, task=7)
Integrator: Result 4,3017 181,4623 0,3199 363,60576781 (task=7)
Generator: Source 83,4556 164,4041 0,1110 (base=2,7142, task=8)
Integrator: Result 83,4556 164,4041 0,1110 389,24320102 (task=8)
Generator: Source 37,4410 117,4370 0,4059 (base=5,6215, task=9)
Integrator: Result 37,4410 117,4370 0,4059 199,26805622 (task=9)
Generator: Source 81,1812 180,6063 0,2723 (base=5,5520, task=10)
Integrator: Result 81,1812 180,6063 0,2723 281,26757012 (task=10)
Generator: Source 22,9800 120,6616 0,7817 (base=7,2558, task=11)
Integrator: Result 22,9800 120,6616 0,7817 206,18263894 (task=11)
Generator: Source 20,3231 135,1734 0,1673 (base=5,7849, task=12)
Integrator: Result 20,3231 135,1734 0,1673 277,55466831 (task=12)
Generator: Source 95,2056 192,8431 0,5208 (base=8,7265, task=13)
Integrator: Result 95,2056 192,8431 0,5208 223,10117100 (task=13)
Generator: Source 57,2416 116,1004 0,4411 (base=4,3600, task=14)
Integrator: Result 57,2416 116,1004 0,4411 177,56649649 (task=14)
Generator: Source 98,1477 171,9448 0,4070 (base=3,3962, task=15)
Integrator: Result 98,1477 171,9448 0,4070 295,32772049 (task=15)
Generator: Source 2,1449 187,4783 0,1587 (base=2,3006, task=16)
Integrator: Result 2,1449 187,4783 0,1587 953,26905404 (task=16)
Generator: Source 63,4084 147,6880 0,0384 (base=7,1995, task=17)
Integrator: Result 63,4084 147,6880 0,0384 197,72779772 (task=17)
Generator: Source 13,9013 164,7757 0,0707 (base=3,0192, task=18)
Integrator: Result 13,9013 164,7757 0,0707 591,54752667 (task=18)
Generator: Source 42,7583 130,6966 0,5400 (base=5,8200, task=19)
Integrator: Result 42,7583 130,6966 0,5400 220,48932060 (task=19)
Generator: Source 31,8455 177,5539 0,9639 (base=8,2528, task=20)
Integrator: Result 31,8455 177,5539 0,9639 314,45641617 (task=20)
Generator: Source 41,2026 174,1142 0,6521 (base=5,6852, task=21)
Integrator: Result 41,2026 174,1142 0,6521 352,30312124 (task=21)
Generator: Source 52,7804 180,9425 0,4931 (base=5,8267, task=22)
Integrator: Result 52,7804 180,9425 0,4931 342,17797055 (task=22)
Generator: Source 21,2207 171,5209 0,2157 (base=3,6134, task=23)
Integrator: Result 21,2207 171,5209 0,2157 519,44115410 (task=23)
```

```
Generator: Source 86,3798 102,2046 0,1369 (base=3,7047, task=24)
Integrator: Result 86,3798 102,2046 0,1369 54,92319615 (task=24)
Generator: Source 73,8819 179,9783 0,3234 (base=7,1936, task=25)
Integrator: Result 73,8819 179,9783 0,3234 258,78284961 (task=25)
```

Основной поток: Прерываю рабочие потоки через 50мс...

Интегратор: прерван

Генератор: прерван

Интегратор: завершил работу

Генератор: завершил работу

Статус потоков:

Генератор жив: false

Интегратор жив: false

==== ЗАВЕРШЕНО ===

==== МНОГОПОТОЧНАЯ ВЕРСИЯ ===

Количество заданий: 100

Запускаем потоки...

```
Source 60,5664 171,9945 0,3472 (base=5,6683, task=1)
Result 60,5664 171,9945 0,3472 302,81934014 (task=1)
Source 77,3984 111,6307 0,6166 (base=6,1684, task=2)
Result 77,3984 111,6307 0,6166 85,47925714 (task=2)
Source 3,3093 107,2031 0,4091 (base=9,2840, task=3)
Result 3,3093 107,2031 0,4091 176,49667294 (task=3)
Source 30,2243 125,2074 0,2931 (base=7,3483, task=4)
Result 30,2243 125,2074 0,2931 203,93408236 (task=4)
Source 65,6947 107,2354 0,3924 (base=7,1077, task=5)
Result 65,6947 107,2354 0,3924 94,25653111 (task=5)
Source 27,6456 168,5089 0,7617 (base=7,7113, task=6)
Result 27,6456 168,5089 0,7617 309,05774438 (task=6)
Source 88,1391 118,7141 0,0480 (base=4,2707, task=7)
Result 88,1391 118,7141 0,0480 97,61906553 (task=7)
Source 6,5465 160,7897 0,6408 (base=7,8078, task=8)
Result 6,5465 160,7897 0,6408 316,41912696 (task=8)
Source 68,7970 181,6256 0,2321 (base=7,2049, task=9)
Result 68,7970 181,6256 0,2321 273,89926788 (task=9)
Source 41,2615 147,5539 0,0751 (base=2,7200, task=10)
Result 41,2615 147,5539 0,0751 476,83769674 (task=10)
Source 55,3533 157,0629 0,2630 (base=2,7349, task=11)
Result 55,3533 157,0629 0,2630 467,47219418 (task=11)
Source 62,0675 183,3435 0,0307 (base=5,6725, task=12)
Result 62,0675 183,3435 0,0307 333,00119291 (task=12)
Source 34,4546 160,0773 0,4246 (base=1,4294, task=13)
Result 34,4546 160,0773 0,4246 1581,29384779 (task=13)
Source 50,4163 125,2985 0,6827 (base=2,2551, task=14)
Result 50,4163 125,2985 0,6827 409,18979076 (task=14)
Source 58,2304 140,2179 0,3206 (base=6,7319, task=15)
Result 58,2304 140,2179 0,3206 196,37748390 (task=15)
Source 12,8590 142,5683 0,2268 (base=8,4036, task=16)
Result 12,8590 142,5683 0,2268 255,82370374 (task=16)
```

```
Source 72,3595 177,3341 0,0399 (base=7,6405, task=17)
Result 72,3595 177,3341 0,0399 247,58248974 (task=17)
Source 60,6169 171,6521 0,6985 (base=2,5326, task=18)
Result 60,6169 171,6521 0,6985 563,24195589 (task=18)
Source 35,1329 185,2229 0,3370 (base=4,9549, task=19)
Result 35,1329 185,2229 0,3370 432,41231426 (task=19)
Source 46,7506 172,7463 0,6304 (base=8,4652, task=20)
Result 46,7506 172,7463 0,6304 273,51300890 (task=20)
Source 41,9680 140,6963 0,2869 (base=2,3619, task=21)
Result 41,9680 140,6963 0,2869 512,42602840 (task=21)
Source 37,8813 167,1768 0,6301 (base=5,0538, task=22)
Result 37,8813 167,1768 0,6301 363,43259381 (task=22)
Source 94,8254 180,6485 0,1191 (base=3,8780, task=23)
Result 94,8254 180,6485 0,1191 310,82986375 (task=23)
Source 22,4174 160,9954 0,2113 (base=6,6366, task=24)
Result 22,4174 160,9954 0,2113 322,19464943 (task=24)
Source 80,9832 134,6997 0,1912 (base=7,4187, task=25)
Result 80,9832 134,6997 0,1912 125,18096254 (task=25)
Source 82,2392 184,8166 0,4594 (base=3,7245, task=26)
Result 82,2392 184,8166 0,4594 379,79659211 (task=26)
Source 50,6207 185,9968 0,3046 (base=4,5135, task=27)
Result 50,6207 185,9968 0,3046 423,29646437 (task=27)
Source 79,7952 104,9748 0,3641 (base=4,5626, task=28)
Result 79,7952 104,9748 0,3641 75,02745222 (task=28)
Source 7,6651 177,7463 0,8239 (base=7,4381, task=29)
Result 7,6651 177,7463 0,8239 366,33254720 (task=29)
Source 37,5624 186,0793 0,9003 (base=6,4617, task=30)
Result 37,5624 186,0793 0,9003 368,59853275 (task=30)
Source 53,3542 108,0599 0,3035 (base=1,2807, task=31)
Result 53,3542 108,0599 0,3035 966,51016167 (task=31)
Source 11,8247 110,0439 0,1906 (base=7,0424, task=32)
Result 11,8247 110,0439 0,1906 199,73546179 (task=32)
Source 46,9685 180,6896 0,5809 (base=8,7136, task=33)
Result 46,9685 180,6896 0,5809 288,45763968 (task=33)
Source 87,7222 181,6722 0,3306 (base=5,7893, task=34)
Result 87,7222 181,6722 0,3306 261,19443264 (task=34)
Source 73,1857 104,2308 0,5412 (base=7,4896, task=35)
Result 73,1857 104,2308 0,5412 69,07718688 (task=35)
Source 47,5235 175,8738 0,7084 (base=2,5565, task=36)
Result 47,5235 175,8738 0,7084 636,41712753 (task=36)
Source 30,5100 157,3719 0,0133 (base=9,9318, task=37)
Result 30,5100 157,3719 0,0133 246,08014163 (task=37)
Source 89,0758 106,5907 0,9016 (base=1,9218, task=38)
Result 89,0758 106,5907 0,9016 122,84672656 (task=38)
Source 80,2307 162,7677 0,5007 (base=3,9372, task=39)
Result 80,2307 162,7677 0,5007 287,87787367 (task=39)
Source 96,3854 122,5130 0,4840 (base=7,5321, task=40)
Result 96,3854 122,5130 0,4840 60,72721528 (task=40)
Source 20,3622 137,1154 0,7082 (base=6,2631, task=41)
Result 20,3622 137,1154 0,7082 270,67507042 (task=41)
Source 89,2801 159,6596 0,3215 (base=1,8359, task=42)
Result 89,2801 159,6596 0,3215 557,28127790 (task=42)
Source 74,0185 110,0114 0,0671 (base=4,1166, task=43)
```

```
Result 74,0185 110,0114 0,0671 114,85670019 (task=43)
Source 4,1094 105,9051 0,1933 (base=7,8464, task=44)
Result 4,1094 105,9051 0,1933 187,46248700 (task=44)
Source 6,6764 129,1660 0,7207 (base=4,3154, task=45)
Result 6,6764 129,1660 0,7207 336,97023811 (task=45)
Source 82,4337 157,5279 0,8160 (base=7,8308, task=46)
Result 82,4337 157,5279 0,8160 174,06549657 (task=46)
Source 11,7789 194,5559 0,6721 (base=6,5408, task=47)
Result 11,7789 194,5559 0,6721 433,22394936 (task=47)
Source 69,6556 172,8604 0,6067 (base=9,0688, task=48)
Result 69,6556 172,8604 0,6067 223,08518139 (task=48)
Source 29,1335 189,0904 0,0563 (base=7,4514, task=49)
Result 29,1335 189,0904 0,0563 364,99900062 (task=49)
Source 50,5478 153,1170 0,7640 (base=9,0769, task=50)
Result 50,5478 153,1170 0,7640 212,85312559 (task=50)
Source 85,5574 198,3719 0,7394 (base=9,6780, task=51)
Result 85,5574 198,3719 0,7394 244,92353154 (task=51)
Source 73,6294 105,4801 0,5007 (base=1,9409, task=52)
Result 73,6294 105,4801 0,5007 215,63221363 (task=52)
Source 72,2231 137,1263 0,7045 (base=2,9683, task=53)
Result 72,2231 137,1263 0,7045 276,45998347 (task=53)
Source 41,3443 168,5211 0,5096 (base=7,6525, task=54)
Result 41,3443 168,5211 0,5096 286,46139434 (task=54)
Source 98,1580 124,8838 0,9309 (base=4,0015, task=55)
Result 98,1580 124,8838 0,9309 90,81179295 (task=55)
Source 67,9945 105,0342 0,9945 (base=9,5947, task=56)
Result 67,9945 105,0342 0,9945 72,93476152 (task=56)
Source 84,3502 178,4860 0,7226 (base=9,6422, task=57)
Result 84,3502 178,4860 0,7226 201,72357866 (task=57)
Source 32,3823 192,3621 0,8490 (base=2,5688, task=58)
Result 32,3823 192,3621 0,8490 783,42452028 (task=58)
Source 87,9143 113,9996 0,6942 (base=8,6527, task=59)
Result 87,9143 113,9996 0,6942 55,75055177 (task=59)
Source 77,1131 165,2917 0,8133 (base=5,0098, task=60)
Result 77,1131 165,2917 0,8133 261,26926358 (task=60)
Source 70,7704 175,6126 0,8709 (base=1,1344, task=61)
Result 70,7704 175,6126 0,8709 3974,81493870 (task=61)
Source 31,5131 191,5963 0,6942 (base=8,2830, task=62)
Result 31,5131 191,5963 0,6942 349,11233025 (task=62)
Source 52,2887 134,0935 0,6096 (base=4,2165, task=63)
Result 52,2887 134,0935 0,6096 255,84567231 (task=63)
Source 60,1149 185,3049 0,9766 (base=9,2077, task=64)
Result 60,1149 185,3049 0,9766 268,56597976 (task=64)
Source 10,3536 122,3895 0,2982 (base=6,7619, task=65)
Result 10,3536 122,3895 0,2982 236,54734931 (task=65)
Source 63,6629 187,7748 0,4119 (base=4,2005, task=66)
Result 63,6629 187,7748 0,4119 414,23238264 (task=66)
Source 20,3000 100,9428 0,0396 (base=9,1110, task=67)
Result 20,3000 100,9428 0,0396 146,66195865 (task=67)
Source 84,5939 171,6461 0,4128 (base=5,6856, task=68)
Result 84,5939 171,6461 0,4128 242,08307968 (task=68)
Source 46,1751 170,3036 0,7785 (base=7,1307, task=69)
Result 46,1751 170,3036 0,7785 292,12580651 (task=69)
```

Source 93,9436 147,7572 0,3383 (base=8,6641, task=70)
Result 93,9436 147,7572 0,3383 119,28584725 (task=70)
Source 23,7786 173,6166 0,5773 (base=7,0903, task=71)
Result 23,7786 173,6166 0,5773 342,12270169 (task=71)
Source 61,6337 180,0977 0,9994 (base=8,5879, task=72)
Result 61,6337 180,0977 0,9994 261,75564727 (task=72)
Source 99,9351 156,5606 0,9981 (base=7,1325, task=73)
Result 99,9351 156,5606 0,9981 139,66258962 (task=73)
Source 37,0923 138,8782 0,9695 (base=2,9329, task=74)
Result 37,0923 138,8782 0,9695 417,62248854 (task=74)
Source 17,4505 177,3182 0,7976 (base=9,3598, task=75)
Result 17,4505 177,3182 0,7976 316,74472495 (task=75)
Source 92,1603 146,7952 0,5289 (base=1,1156, task=76)
Result 92,1603 146,7952 0,5289 2384,49231005 (task=76)
Source 60,2068 184,1542 0,3935 (base=2,8049, task=77)
Result 60,2068 184,1542 0,3935 571,90273680 (task=77)
Source 3,2379 198,5674 0,3281 (base=6,6480, task=78)
Result 3,2379 198,5674 0,3281 449,50579699 (task=78)
Source 97,8484 103,1810 0,8071 (base=3,8059, task=79)
Result 97,8484 103,1810 0,8071 18,39391398 (task=79)
Source 74,6234 158,8240 0,1004 (base=9,6749, task=80)
Result 74,6234 158,8240 0,1004 175,75300684 (task=80)
Source 94,5117 103,8885 0,0407 (base=8,5545, task=81)
Result 94,5117 103,8885 0,0407 20,08095876 (task=81)
Source 29,9972 168,4217 0,0055 (base=3,2881, task=82)
Result 29,9972 168,4217 0,0055 523,35890105 (task=82)
Source 71,0524 135,0171 0,0967 (base=2,8380, task=83)
Result 71,0524 135,0171 0,0967 283,22036169 (task=83)
Source 24,0060 114,2683 0,4376 (base=3,2632, task=84)
Result 24,0060 114,2683 0,4376 316,98691650 (task=84)
Source 35,2237 148,3525 0,0944 (base=5,2435, task=85)
Result 35,2237 148,3525 0,0944 303,63416704 (task=85)
Source 50,8977 142,7321 0,3791 (base=8,1117, task=86)
Result 50,8977 142,7321 0,3791 198,84183904 (task=86)
Source 19,2573 153,0187 0,1934 (base=5,3445, task=87)
Result 19,2573 153,0187 0,1934 345,47756301 (task=87)
Source 52,1619 121,7141 0,6316 (base=9,5941, task=88)
Result 52,1619 121,7141 0,6316 136,48462605 (task=88)
Source 89,3015 167,8491 0,2784 (base=2,6397, task=89)
Result 89,3015 167,8491 0,2784 391,69898001 (task=89)
Source 50,1294 181,4621 0,5070 (base=4,0888, task=90)
Result 50,1294 181,4621 0,5070 437,57882259 (task=90)
Source 16,1691 164,4133 0,6141 (base=3,2620, task=91)
Result 16,1691 164,4133 0,6141 546,07720153 (task=91)
Source 59,4813 189,2044 0,8103 (base=2,4601, task=92)
Result 59,4813 189,2044 0,8103 687,88450373 (task=92)
Source 21,8481 118,2764 0,9269 (base=4,7297, task=93)
Result 21,8481 118,2764 0,9269 257,88867851 (task=93)
Source 53,6247 137,6805 0,1966 (base=2,3207, task=94)
Result 53,6247 137,6805 0,1966 451,94861932 (task=94)
Source 41,2290 111,0718 0,6194 (base=1,2570, task=95)
Result 41,2290 111,0718 0,6194 1311,65663586 (task=95)
Source 87,8844 152,6486 0,2332 (base=5,8337, task=96)

```
Result 87,8844 152,6486 0,2332 175,43202970 (task=96)
Source 63,4999 150,9621 0,0765 (base=8,3950, task=97)
Result 63,4999 150,9621 0,0765 190,97710234 (task=97)
Source 6,4661 149,4464 0,7505 (base=6,4473, task=98)
Result 6,4661 149,4464 0,7505 318,30425419 (task=98)
Source 42,6659 104,0696 0,2684 (base=9,0218, task=99)
Result 42,6659 104,0696 0,2684 119,04819501 (task=99)
Source 85,1435 193,6840 0,3121 (base=5,2075, task=100)
Result 85,1435 193,6840 0,3121 323,03193011 (task=100)
```

==== ВСЕ ПОТОКИ ЗАВЕРШЕНЫ ===

Теоретическое значение: 1.718281828459045

Шаг	Результат	Погрешность
-----	-----------	-------------

0,100000	1,7197134914	0,0014316629
0,050000	1,7186397889	0,0003579605
0,025000	1,7183713214	0,0000894929
0,012500	1,7183042019	0,0000223734
0,006250	1,7182874218	0,0000055934
0,003125	1,7182832268	0,0000013983
0,001563	1,7182821780	0,0000003496
0,000781	1,7182819159	0,0000000874

✓ Достигнута точность 1e-7!

Требуемый шаг: 0,00078125

==== ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ВЕРСИЯ (без потоков) ===

Количество заданий: 100

Начинаем выполнение...

```
Source 76,4008 120,3844 0,6784 (base=7,8318)
Result 76,4008 120,3844 0,6784 97,88565142
Source 89,1787 100,4664 0,3745 (base=8,8946)
Result 89,1787 100,4664 0,3745 23,50785710
Source 94,4141 134,2966 0,3955 (base=6,3177)
Result 94,4141 134,2966 0,3955 102,42867947
Source 97,4842 194,4845 0,6279 (base=3,6892)
Result 97,4842 194,4845 0,6279 368,89182943
Source 51,1819 119,9207 0,4293 (base=8,5406)
Result 51,1819 119,9207 0,4293 141,68032179
Source 53,3071 139,5680 0,5936 (base=1,9290)
Result 53,3071 139,5680 0,5936 595,18656614
Source 64,9507 142,8859 0,1042 (base=5,3284)
Result 64,9507 142,8859 0,1042 215,16984662
Source 52,5379 170,4882 0,0916 (base=3,2989)
Result 52,5379 170,4882 0,0916 460,79386731
Source 94,6881 137,4017 0,6260 (base=8,5641)
Result 94,6881 137,4017 0,6260 94,43946624
Source 23,5572 155,6908 0,5848 (base=1,1941)
Result 23,5572 155,6908 0,5848 3265,74693048
Source 89,5714 193,2287 0,8592 (base=4,5664)
Result 89,5714 193,2287 0,8592 336,36699596
```

```
Source 48,3218 191,0450 0,5884 (base=8,6539)
Result 48,3218 191,0450 0,5884 312,02584038
Source 68,8776 162,9442 0,9441 (base=2,9799)
Result 68,8776 162,9442 0,9441 406,96260788
Source 53,8913 117,9883 0,2265 (base=3,2673)
Result 53,8913 117,9883 0,2265 239,80130438
Source 43,6035 178,9540 0,6799 (base=6,4120)
Result 43,6035 178,9540 0,6799 338,12754342
Source 48,2233 118,0195 0,4857 (base=8,9133)
Result 48,2233 118,0195 0,4857 140,04310140
Source 16,1432 194,7062 0,8499 (base=7,3054)
Result 16,1432 194,7062 0,8499 403,76087563
Source 99,0656 160,4950 0,9675 (base=3,4511)
Result 99,0656 160,4950 0,9675 240,83549368
Source 19,3521 189,5567 0,9133 (base=3,7853)
Result 19,3521 189,5567 0,9133 575,92415768
Source 79,7736 105,6789 0,1896 (base=9,7204)
Result 79,7736 105,6789 0,1896 51,55919481
Source 81,3245 101,7434 0,7411 (base=1,4680)
Result 81,3245 101,7434 0,7411 240,13209559
Source 30,8804 190,0024 0,7375 (base=9,4682)
Result 30,8804 190,0024 0,7375 325,58879478
Source 27,2139 178,9186 0,3211 (base=6,4705)
Result 27,2139 178,9186 0,3211 367,61163364
Source 11,2493 145,4839 0,8161 (base=6,0632)
Result 11,2493 145,4839 0,8161 312,41800939
Source 54,4234 160,6951 0,6067 (base=8,1088)
Result 54,4234 160,6951 0,6067 235,29464052
Source 37,6340 130,2641 0,0033 (base=6,1126)
Result 37,6340 130,2641 0,0033 223,80520507
Source 42,4945 132,6580 0,9377 (base=6,0229)
Result 42,4945 132,6580 0,9377 222,16311259
Source 36,4782 172,2080 0,2559 (base=7,3427)
Result 36,4782 172,2080 0,2559 310,83573758
Source 84,0228 116,2966 0,7066 (base=3,7177)
Result 84,0228 116,2966 0,7066 113,11872569
Source 56,7793 152,5285 0,4682 (base=1,3591)
Result 56,7793 152,5285 0,4682 1439,80051859
Source 47,9282 184,3068 0,1970 (base=9,7571)
Result 47,9282 184,3068 0,1970 280,77712489
Source 17,8473 181,3835 0,1348 (base=2,1472)
Result 17,8473 181,3835 0,1348 953,13539686
Source 11,4080 115,7213 0,7708 (base=9,1003)
Result 11,4080 115,7213 0,7708 189,16108492
Source 90,7842 142,3998 0,9173 (base=5,4285)
Result 90,7842 142,3998 0,9173 144,94329222
Source 21,9014 130,3161 0,8283 (base=4,3180)
Result 21,9014 130,3161 0,8283 313,52285195
Source 37,5146 108,0774 0,1677 (base=2,2342)
Result 37,5146 108,0774 0,1677 372,64240869
Source 75,3920 166,7503 0,2181 (base=3,6774)
Result 75,3920 166,7503 0,2181 334,75918999
Source 56,1942 153,0271 0,7063 (base=1,3109)
```

```
Result 56,1942 153,0271 0,7063 1649,81280957
Source 22,3791 193,8897 0,0226 (base=6,3335)
Result 22,3791 193,8897 0,0226 422,68014217
Source 6,8238 116,9940 0,4079 (base=8,2198)
Result 6,8238 116,9940 0,4079 205,95933792
Source 37,8430 169,7693 0,8941 (base=1,1161)
Result 37,8430 169,7693 0,8941 5483,41557195
Source 15,8991 194,6214 0,3951 (base=1,2454)
Result 15,8991 194,6214 0,3951 3659,94829583
Source 16,5345 187,6460 0,3681 (base=6,6493)
Result 16,5345 187,6460 0,3681 403,66335867
Source 83,9219 153,9063 0,8902 (base=9,4739)
Result 83,9219 153,9063 0,8902 148,26330828
Source 79,9158 173,5955 0,8292 (base=2,7933)
Result 79,9158 173,5955 0,8292 439,43502776
Source 44,6023 110,3013 0,0264 (base=4,6571)
Result 44,6023 110,3013 0,0264 184,40267925
Source 6,0812 125,1076 0,0551 (base=1,6456)
Result 6,0812 125,1076 0,0551 951,92169725
Source 49,5801 108,4154 0,1691 (base=4,7235)
Result 49,5801 108,4154 0,1691 164,66871738
Source 18,9857 105,1306 0,5155 (base=4,5907)
Result 18,9857 105,1306 0,5155 227,92728746
Source 77,4928 188,2662 0,5481 (base=6,0508)
Result 77,4928 188,2662 0,5481 298,98417650
Source 98,3093 131,0199 0,8503 (base=8,1361)
Result 98,3093 131,0199 0,8503 73,94061882
Source 91,2182 138,0382 0,2513 (base=2,8627)
Result 91,2182 138,0382 0,2513 210,76909391
Source 96,2861 122,8434 0,2040 (base=7,5226)
Result 96,2861 122,8434 0,2040 61,77767100
Source 92,1214 160,2980 0,8809 (base=3,3626)
Result 92,1214 160,2980 0,8809 271,28393588
Source 72,8244 100,4964 0,3413 (base=3,3486)
Result 72,8244 100,4964 0,3413 102,06932438
Source 45,1315 103,6227 0,4228 (base=8,4695)
Result 45,1315 103,6227 0,4228 117,23272690
Source 85,2488 144,0798 0,7205 (base=9,6946)
Result 85,2488 144,0798 0,7205 122,52236929
Source 73,4793 136,5908 0,1298 (base=2,2670)
Result 73,4793 136,5908 0,1298 357,70541723
Source 93,9893 156,9936 0,9497 (base=1,4881)
Result 93,9893 156,9936 0,9497 764,16585761
Source 46,9211 166,0922 0,4702 (base=5,5301)
Result 46,9211 166,0922 0,4702 321,25347094
Source 70,5478 196,2009 0,3018 (base=2,0958)
Result 70,5478 196,2009 0,3018 824,19518329
Source 12,2796 126,9086 0,4408 (base=2,9428)
Result 12,2796 126,9086 0,4408 434,75200917
Source 19,0693 159,1129 0,2145 (base=1,3819)
Result 19,0693 159,1129 0,2145 1886,88899753
Source 40,1273 194,5169 0,7973 (base=6,8696)
Result 40,1273 194,5169 0,7973 374,99743328
```

Source 47,8456 141,5500 0,9507 (base=8,7216)
Result 47,8456 141,5500 0,9507 194,97463780
Source 86,4428 198,0714 0,0014 (base=9,7947)
Result 86,4428 198,0714 0,0014 241,21228666
Source 52,0805 106,2315 0,8448 (base=7,7061)
Result 52,0805 106,2315 0,8448 115,38650032
Source 93,0663 135,5140 0,9355 (base=2,7906)
Result 93,0663 135,5140 0,9355 195,76056613
Source 94,2435 126,2466 0,8114 (base=4,5296)
Result 94,2435 126,2466 0,8114 99,55269424
Source 75,7844 117,7693 0,6864 (base=5,6325)
Result 75,7844 117,7693 0,6864 110,86652622
Source 93,3412 192,9608 0,0418 (base=4,2949)
Result 93,3412 192,9608 0,0418 337,86302225
Source 73,8699 193,9756 0,9488 (base=2,4177)
Result 73,8699 193,9756 0,9488 661,39718422
Source 59,4341 102,8094 0,0635 (base=3,7269)
Result 59,4341 102,8094 0,0635 144,53505253
Source 59,9067 134,7048 0,8477 (base=2,8073)
Result 59,9067 134,7048 0,8477 329,85661412
Source 34,7263 162,4330 0,5904 (base=1,0316)
Result 34,7263 162,4330 0,5904 18493,19681007
Source 33,7278 175,1257 0,2337 (base=1,2501)
Result 33,7278 175,1257 0,2337 2887,02952243
Source 27,5576 176,6067 0,8362 (base=7,8896)
Result 27,5576 176,6067 0,8362 325,97116792
Source 49,2927 145,0628 0,7485 (base=4,8047)
Result 49,2927 145,0628 0,7485 276,56747430
Source 50,6250 108,4163 0,2208 (base=5,8216)
Result 50,6250 108,4163 0,2208 142,80977360
Source 48,3344 137,9038 0,2137 (base=5,4208)
Result 48,3344 137,9038 0,2137 238,05692713
Source 99,7613 126,1359 0,6417 (base=7,4146)
Result 99,7613 126,1359 0,6417 62,19782522
Source 99,6036 195,3093 0,1428 (base=8,7949)
Result 99,6036 195,3093 0,1428 219,01410320
Source 34,6015 176,2578 0,7390 (base=7,1474)
Result 34,6015 176,2578 0,7390 329,12819834
Source 67,5370 109,6777 0,4275 (base=9,1624)
Result 67,5370 109,6777 0,4275 85,12628278
Source 47,4614 147,1302 0,8282 (base=4,8029)
Result 47,4614 147,1302 0,8282 287,72608426
Source 59,1798 171,3181 0,4986 (base=8,6399)
Result 59,1798 171,3181 0,4986 244,64613678
Source 31,7593 112,6543 0,4271 (base=7,7060)
Result 31,7593 112,6543 0,4271 167,23311765
Source 23,1886 112,2845 0,5128 (base=1,9808)
Result 23,1886 112,2845 0,5128 538,55840909
Source 86,3085 170,4939 0,5526 (base=1,2755)
Result 86,3085 170,4939 0,5526 1673,28835613
Source 99,7443 123,8252 0,3661 (base=2,8579)
Result 99,7443 123,8252 0,3661 108,11838104
Source 16,8075 114,2520 0,2132 (base=5,6277)

```
Result 16,8075 114,2520 0,2132 229,49538192
Source 45,2026 149,3988 0,5840 (base=1,0353)
Result 45,2026 149,3988 0,5840 13579,64445993
Source 20,8569 104,0656 0,7727 (base=5,2208)
Result 20,8569 104,0656 0,7727 203,80537393
Source 80,3096 180,2120 0,3903 (base=3,0445)
Result 80,3096 180,2120 0,3903 434,64890354
Source 67,8315 125,0737 0,1110 (base=8,7775)
Result 67,8315 125,0737 0,1110 120,00746656
Source 35,8118 105,2301 0,5043 (base=5,2260)
Result 35,8118 105,2301 0,5043 176,82448259
Source 9,9351 148,2097 0,7584 (base=3,9746)
Result 9,9351 148,2097 0,7584 420,13308740
Source 94,2877 192,6158 0,4680 (base=2,2512)
Result 94,2877 192,6158 0,4680 599,28872360
Source 85,7661 132,7739 0,4281 (base=5,6382)
Result 85,7661 132,7739 0,4281 127,36091733
Source 52,0296 104,5473 0,5531 (base=1,4877)
Result 52,0296 104,5473 0,5531 573,87064528
```

```
==== ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАВЕРШЕНО ===
```