****

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н. Э. БАУМАНА**

Факультет: «Информатика и системы управления»

Кафедра: «Информационная безопасность (ИУ8)» / ГУИМЦ

**ТЕОРИЯ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ**

**Лабораторная работа №3 на тему:**

«Исследование алгоритма имитации отжига»

Вариант 4

**Преподаватель:** Коннова Н. С.

**Студент:** Месяцева Н. В.

**Группа**: ИУ8Ц-51

Москва

2019

# **Цель работы**

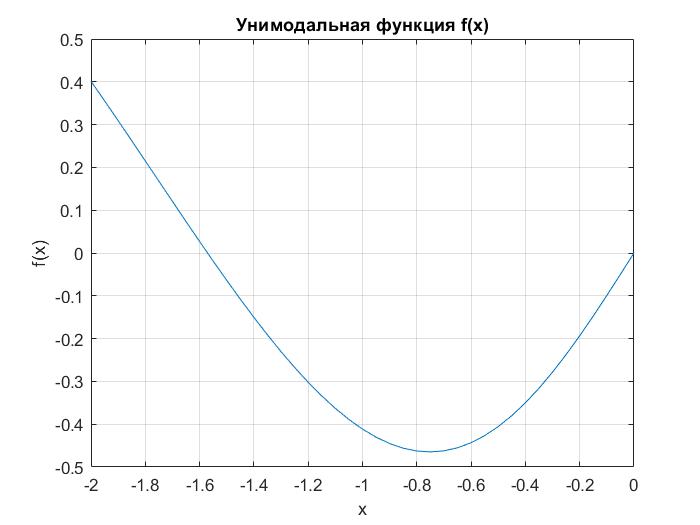
Изучение метода имитации отжига для поиска экстремума на примере унимодальной и мультимодальной функций одного переменного.

# **Постановка задачи**

1. На интервале задана унимодальная функция одного переменного . Используя метод *имитации отжига,* осуществить поиск минимума .

2. При аналогичных исходных условиях осуществить поиск минимума , модулированной сигналом , т.е. *мультимодальной* функции

# **Ход работы**

Известно, что на интервале дана унимодальная функция и мультимодальная функция Ниже представлены графики данных функций.

**Рисунок 1. График унимодальной функции f(x) = cos(x)th(x)**



**Рисунок 2. График мультимодальной функции f(x) = cos(x)th(x)\*sin(5x)**

Реализация метода шла согласно алгоритму ниже:

1. Изначально задаются начальная температура и конечная температура .
2. Случайно выбирается точка на отрезке. Вычисляется значение функции в этой точке .
3. Пока :
4. Случайно выбирается точка на отрезке. Вычисляется значение функции в этой точке.
5. Определяется
6. Если , то осуществляется переход в точку .
7. Если то переход осуществляется с вероятностью .
8. Понижаем температуру: .

В качестве начальной температуры положим

Программа сформировала следующие таблицы для унимодальной и мультимодальной функций соответственно.

**Таблица 1. Результаты поиска минимума f(x)**

+-----+------------+----------+----------+---------+-------------+

| N | T | x | f(x) | P | Т. принята? |

+-----+------------+----------+----------+---------+-------------+

| 0 | 10000 | -0.71441 | -0.46344 | 1.00002 | Нет |

| 1 | 9500.0 | -0.10833 | -0.10728 | 0.99996 | Да |

| 2 | 9025.0 | -1.76873 | 0.18552 | 0.99997 | Да |

| 3 | 8573.75 | -1.97752 | 0.38073 | 0.99998 | Да |

| 4 | 8145.0625 | -0.16705 | -0.16321 | 1.00007 | Нет |

| 5 | 7737.80937 | -0.08054 | -0.08011 | 0.99999 | Да |

| 6 | 7350.91891 | -0.26994 | -0.25402 | 1.00002 | Нет |

| 7 | 6983.37296 | -0.94419 | -0.43226 | 1.00003 | Нет |

| 8 | 6634.20431 | -0.0272 | -0.02718 | 0.99994 | Да |

| 9 | 6302.4941 | -1.91033 | 0.31876 | 0.99995 | Да |

| 10 | 5987.36939 | -0.69922 | -0.46217 | 1.00013 | Нет |

| 11 | 5688.00092 | -1.48164 | -0.08029 | 0.99993 | Да |

| 12 | 5403.60088 | -1.46114 | -0.09826 | 1.0 | Нет |

| 13 | 5133.42083 | -1.06453 | -0.38182 | 1.00006 | Нет |

| 14 | 4876.74979 | -0.29307 | -0.27281 | 0.99998 | Да |

| 15 | 4632.9123 | -0.61909 | -0.44833 | 1.00004 | Нет |

| 16 | 4401.26669 | -0.47227 | -0.39187 | 0.99999 | Да |

| 17 | 4181.20335 | -0.03143 | -0.0314 | 0.99991 | Да |

| 18 | 3972.14318 | -1.95033 | 0.35579 | 0.9999 | Да |

| 19 | 3773.53603 | -0.7333 | -0.46442 | 1.00022 | Нет |

| 20 | 3584.85922 | -1.19884 | -0.30286 | 0.99995 | Да |

| 21 | 3405.61626 | -1.15599 | -0.33036 | 1.00001 | Нет |

| 22 | 3235.33545 | -1.35264 | -0.18931 | 0.99996 | Да |

| 23 | 3073.56868 | -0.14293 | -0.14052 | 0.99998 | Да |

| 24 | 2919.89024 | -1.26572 | -0.2561 | 1.00004 | Нет |

| 25 | 2773.89573 | -1.94955 | 0.35508 | 0.99978 | Да |

| 26 | 2635.20094 | -0.60932 | -0.44581 | 1.0003 | Нет |

| 27 | 2503.4409 | -0.23627 | -0.22553 | 0.99991 | Да |

| 28 | 2378.26885 | -1.29797 | -0.23206 | 1.0 | Нет |

| 29 | 2259.35541 | -0.03091 | -0.03089 | 0.99991 | Да |

| 30 | 2146.38764 | -1.68476 | 0.10615 | 0.99994 | Да |

| 31 | 2039.06826 | -1.52298 | -0.04345 | 1.00007 | Нет |

| 32 | 1937.11484 | -0.4184 | -0.36146 | 1.00016 | Нет |

| 33 | 1840.2591 | -1.40655 | -0.14499 | 0.99988 | Да |

| 34 | 1748.24615 | -1.29956 | -0.23084 | 1.00005 | Нет |

| 35 | 1660.83384 | -0.05927 | -0.05909 | 0.9999 | Да |

| 36 | 1577.79215 | -1.30966 | -0.22312 | 1.0001 | Нет |

| 37 | 1498.90254 | -0.68523 | -0.46062 | 1.00016 | Нет |

| 38 | 1423.95741 | -1.43126 | -0.12405 | 0.99976 | Да |

| 39 | 1352.75954 | -1.21188 | -0.29409 | 1.00013 | Нет |

| 40 | 1285.12157 | -1.10244 | -0.36176 | 1.00005 | Нет |

| 41 | 1220.86549 | -0.52629 | -0.41724 | 1.00005 | Нет |

| 42 | 1159.82221 | -1.2919 | -0.23665 | 0.99984 | Да |

| 43 | 1101.8311 | -1.35633 | -0.18633 | 0.99995 | Да |

| 44 | 1046.73955 | -1.19511 | -0.30532 | 1.00011 | Нет |

| 45 | 994.40257 | -0.5527 | -0.42772 | 1.00012 | Нет |

| 46 | 944.68244 | -1.08351 | -0.37201 | 0.99994 | Да |

| 47 | 897.44832 | -0.79292 | -0.46321 | 1.0001 | Нет |

| 48 | 852.5759 | -1.12214 | -0.35061 | 0.99987 | Да |

| 49 | 809.94711 | -0.51678 | -0.41316 | 1.00008 | Нет |

| 50 | 769.44975 | -0.86996 | -0.45227 | 1.00005 | Нет |

| 51 | 730.97727 | -1.14092 | -0.33955 | 0.99985 | Да |

| 52 | 694.4284 | -0.72075 | -0.46384 | 1.00018 | Нет |

| 53 | 659.70698 | -0.82792 | -0.45952 | 0.99999 | Да |

| 54 | 626.72163 | -1.75092 | 0.16867 | 0.999 | Да |

| 55 | 595.38555 | -1.97308 | 0.37667 | 0.99965 | Да |

| 56 | 565.61627 | -1.70961 | 0.1296 | 1.00044 | Нет |

| 57 | 537.33546 | -0.06916 | -0.06889 | 1.00037 | Нет |

| 58 | 510.46869 | -1.46357 | -0.09614 | 1.00005 | Нет |

| 59 | 484.94525 | -1.83602 | 0.24913 | 0.99929 | Да |

| 60 | 460.69799 | -1.96598 | 0.37018 | 0.99974 | Да |

| 61 | 437.66309 | -0.82449 | -0.45998 | 1.0019 | Нет |

| 62 | 415.77994 | -0.83969 | -0.4578 | 0.99999 | Да |

| 63 | 394.99094 | -1.33472 | -0.20358 | 0.99936 | Да |

| 64 | 375.24139 | -0.65111 | -0.45531 | 1.00067 | Нет |

| 65 | 356.47932 | -1.24647 | -0.27001 | 0.99948 | Да |

| 66 | 338.65536 | -1.17701 | -0.31712 | 1.00014 | Нет |

| 67 | 321.72259 | -1.47141 | -0.08928 | 0.99929 | Да |

| 68 | 305.63646 | -1.71491 | 0.1346 | 0.99927 | Да |

| 69 | 290.35464 | -1.43098 | -0.12429 | 1.00089 | Нет |

| 70 | 275.8369 | -0.31732 | -0.29175 | 1.00061 | Нет |

| 71 | 262.04506 | -0.12135 | -0.11987 | 0.99934 | Да |

| 72 | 248.94281 | -1.94677 | 0.35252 | 0.9981 | Да |

| 73 | 236.49567 | -1.90275 | 0.31171 | 1.00017 | Нет |

| 74 | 224.67088 | -0.68631 | -0.46075 | 1.00344 | Нет |

| 75 | 213.43734 | -1.88775 | 0.2977 | 0.99645 | Да |

| 76 | 202.76547 | -1.05265 | -0.38772 | 1.00339 | Нет |

| 77 | 192.6272 | -0.3583 | -0.32189 | 0.99966 | Да |

| 78 | 182.99584 | -1.77469 | 0.19117 | 0.9972 | Да |

| 79 | 173.84605 | -0.99794 | -0.41234 | 1.00348 | Нет |

| 80 | 165.15374 | -1.4926 | -0.0706 | 0.99793 | Да |

| 81 | 156.89606 | -1.13817 | -0.34119 | 1.00173 | Нет |

| 82 | 149.05125 | -1.43885 | -0.11755 | 0.9985 | Да |

| 83 | 141.59869 | -1.71364 | 0.13341 | 0.99823 | Да |

| 84 | 134.51876 | -1.25426 | -0.26442 | 1.00296 | Нет |

| 85 | 127.79282 | -0.20059 | -0.19398 | 0.99945 | Да |

| 86 | 121.40318 | -1.37068 | -0.1747 | 0.99984 | Да |

| 87 | 115.33302 | -1.34758 | -0.19336 | 1.00016 | Нет |

| 88 | 109.56637 | -0.72559 | -0.4641 | 1.00247 | Нет |

| 89 | 104.08805 | -0.2589 | -0.24483 | 0.9979 | Да |

| 90 | 98.88365 | -0.82073 | -0.46046 | 1.00218 | Нет |

| 91 | 93.93946 | -0.65746 | -0.45646 | 0.99996 | Да |

| 92 | 89.24249 | -0.61519 | -0.44734 | 0.9999 | Да |

| 93 | 84.78037 | -0.73846 | -0.46457 | 1.0002 | Нет |

| 94 | 80.54135 | -1.58943 | 0.01714 | 0.99404 | Да |

| 95 | 76.51428 | -1.78155 | 0.19766 | 0.99764 | Да |

| 96 | 72.68857 | -1.78513 | 0.20105 | 0.99995 | Да |

| 97 | 69.05414 | -1.50179 | -0.06243 | 1.00382 | Нет |

| 98 | 65.60143 | -1.56283 | -0.0073 | 0.99916 | Да |

| 99 | 62.32136 | -0.47612 | -0.39385 | 1.00622 | Нет |

| 100 | 59.20529 | -0.40578 | -0.35363 | 0.99932 | Да |

| 101 | 56.24503 | -0.71999 | -0.4638 | 1.00196 | Нет |

| 102 | 53.43278 | -1.56883 | -0.0018 | 0.99139 | Да |

| 103 | 50.76114 | -0.0465 | -0.04642 | 1.00088 | Нет |

| 104 | 48.22308 | -0.50169 | -0.40634 | 1.00749 | Нет |

| 105 | 45.81193 | -1.5641 | -0.00613 | 0.9913 | Да |

| 106 | 43.52133 | -0.82887 | -0.45939 | 1.01047 | Нет |

| 107 | 41.34526 | -0.22784 | -0.21819 | 0.99418 | Да |

| 108 | 39.278 | -1.30568 | -0.22617 | 1.0002 | Нет |

| 109 | 37.3141 | -1.303 | -0.22822 | 1.00005 | Нет |

| 110 | 35.4484 | -1.4843 | -0.07795 | 0.99577 | Да |

| 111 | 33.67598 | -1.47937 | -0.08229 | 1.00013 | Нет |

| 112 | 31.99218 | -0.15666 | -0.15349 | 1.00223 | Нет |

| 113 | 30.39257 | -1.62007 | 0.04554 | 0.99347 | Да |

| 114 | 28.87294 | -0.86487 | -0.45331 | 1.01743 | Нет |

| 115 | 27.42929 | -0.32069 | -0.29432 | 0.99422 | Да |

| 116 | 26.05783 | -1.60234 | 0.02908 | 0.98767 | Да |

| 117 | 24.75494 | -0.29586 | -0.27503 | 1.01236 | Нет |

| 118 | 23.51719 | -1.98998 | 0.39208 | 0.97203 | Да |

| 119 | 22.34133 | -1.98905 | 0.39124 | 1.00004 | Нет |

| 120 | 21.22426 | -0.10102 | -0.10016 | 1.02342 | Нет |

| 121 | 20.16305 | -0.17118 | -0.16705 | 1.00332 | Нет |

| 122 | 19.1549 | -1.73916 | 0.15753 | 0.9832 | Да |

| 123 | 18.19715 | -0.99278 | -0.41444 | 1.03193 | Нет |

| 124 | 17.2873 | -1.46186 | -0.09763 | 0.98184 | Да |

| 125 | 16.42293 | -1.54619 | -0.02246 | 0.99543 | Да |

| 126 | 15.60178 | -1.25898 | -0.26101 | 1.01541 | Нет |

| 127 | 14.82169 | -0.15328 | -0.15031 | 0.99256 | Да |

| 128 | 14.08061 | -1.28703 | -0.24032 | 1.00641 | Нет |

| 129 | 13.37658 | -0.85541 | -0.45513 | 1.01619 | Нет |

| 130 | 12.70775 | -1.89281 | 0.30243 | 0.94213 | Да |

| 131 | 12.07236 | -1.37823 | -0.16852 | 1.03978 | Нет |

| 132 | 11.46875 | -0.8001 | -0.46263 | 1.02598 | Нет |

| 133 | 10.89531 | -0.64868 | -0.45485 | 0.99929 | Да |

| 134 | 10.35054 | -0.0367 | -0.03666 | 0.9604 | Да |

| 135 | 9.83302 | -0.60726 | -0.44526 | 1.04243 | Нет |

| 136 | 9.34136 | -0.57614 | -0.43594 | 0.999 | Да |

| 137 | 8.8743 | -1.08722 | -0.37003 | 0.9926 | Да |

| 138 | 8.43058 | -0.31459 | -0.28966 | 0.99051 | Да |

| 139 | 8.00905 | -0.58144 | -0.43765 | 1.01865 | Нет |

| 140 | 7.6086 | -0.30008 | -0.27836 | 0.97928 | Да |

| 141 | 7.22817 | -0.14111 | -0.13879 | 0.98088 | Да |

| 142 | 6.86676 | -1.99087 | 0.39289 | 0.92549 | Да |

| 143 | 6.52342 | -1.89442 | 0.30394 | 1.01373 | Нет |

| 144 | 6.19725 | -0.41874 | -0.36167 | 1.11338 | Нет |

| 145 | 5.88739 | -1.51635 | -0.04942 | 0.94834 | Да |

| 146 | 5.59302 | -0.22469 | -0.21543 | 1.03013 | Нет |

| 147 | 5.31337 | -0.98821 | -0.41627 | 1.03852 | Нет |

| 148 | 5.0477 | -1.16138 | -0.32701 | 0.98247 | Да |

| 149 | 4.79532 | -0.10632 | -0.10533 | 0.95482 | Да |

| 150 | 4.55555 | -1.3138 | -0.21992 | 1.02547 | Нет |

| 151 | 4.32777 | -1.43918 | -0.11726 | 0.97656 | Да |

| 152 | 4.11138 | -1.7784 | 0.19468 | 0.92693 | Да |

| 153 | 3.90581 | -1.41634 | -0.13674 | 1.08856 | Нет |

| 154 | 3.71052 | -0.39599 | -0.34738 | 1.05841 | Нет |

| 155 | 3.525 | -0.60595 | -0.4449 | 1.02805 | Нет |

| 156 | 3.34875 | -1.62565 | 0.05073 | 0.86242 | Да |

| 157 | 3.18131 | -0.42251 | -0.36395 | 1.13923 | Нет |

| 158 | 3.02224 | -0.34677 | -0.31365 | 0.98349 | Да |

| 159 | 2.87113 | -1.4305 | -0.1247 | 0.93631 | Да |

| 160 | 2.72758 | -0.76421 | -0.4646 | 1.13271 | Нет |

| 161 | 2.5912 | -0.74658 | -0.46471 | 1.00004 | Нет |

| 162 | 2.46164 | -1.48353 | -0.07863 | 0.85484 | Да |

| 163 | 2.33856 | -0.51043 | -0.41033 | 1.15239 | Нет |

| 164 | 2.22163 | -0.15423 | -0.1512 | 0.8899 | Да |

| 165 | 2.11055 | -1.72133 | 0.14067 | 0.87084 | Да |

| 166 | 2.00502 | -1.91973 | 0.3275 | 0.91103 | Да |

| 167 | 1.90477 | -0.44669 | -0.37805 | 1.44833 | Нет |

| 168 | 1.80953 | -1.30568 | -0.22617 | 0.91949 | Да |

| 169 | 1.71905 | -1.07177 | -0.37813 | 1.09242 | Нет |

| 170 | 1.6331 | -1.20145 | -0.30112 | 0.95394 | Да |

| 171 | 1.55145 | -1.20145 | -0.30112 | 0.83362 | Нет |

| 172 | 1.47387 | -1.44644 | -0.11101 | 0.87899 | Да |

| 173 | 1.40018 | -1.47661 | -0.08472 | 0.9814 | Да |

| 174 | 1.33017 | -1.54363 | -0.02479 | 0.95595 | Да |

| 175 | 1.26366 | -1.56435 | -0.00591 | 0.98517 | Да |

| 176 | 1.20048 | -0.12091 | -0.11944 | 1.09919 | Нет |

| 177 | 1.14045 | -1.0978 | -0.36431 | 1.2395 | Нет |

| 178 | 1.08343 | -1.01407 | -0.40552 | 1.03877 | Нет |

| 179 | 1.02926 | -0.47673 | -0.39416 | 0.98902 | Да |

| 180 | 0.9778 | -0.86851 | -0.45257 | 1.06156 | Нет |

| 181 | 0.92891 | -0.50037 | -0.40572 | 0.95081 | Да |

| 182 | 0.88246 | -0.50037 | -0.40572 | 0.47514 | Нет |

| 183 | 0.83834 | -0.52196 | -0.4154 | 1.01162 | Нет |

| 184 | 0.79642 | -0.42881 | -0.36772 | 0.94188 | Да |

| 185 | 0.7566 | -0.42881 | -0.36772 | 0.62805 | Нет |

| 186 | 0.71877 | -0.32163 | -0.29503 | 0.90382 | Да |

| 187 | 0.68283 | -0.07942 | -0.07901 | 0.7288 | Да |

| 188 | 0.64869 | -1.39311 | -0.15623 | 1.12641 | Нет |

| 189 | 0.61626 | -1.31403 | -0.21975 | 1.10857 | Нет |

| 190 | 0.58544 | -0.76937 | -0.46446 | 1.51891 | Нет |

| 191 | 0.55617 | -0.4972 | -0.40423 | 0.89736 | Да |

| 192 | 0.52836 | -0.22981 | -0.21991 | 0.7055 | Да |

| 193 | 0.50194 | -0.60602 | -0.44492 | 1.56562 | Нет |

| 194 | 0.47685 | -0.60602 | -0.44492 | 0.45229 | Нет |

| 195 | 0.45301 | -0.60602 | -0.44492 | 0.26465 | Нет |

| 196 | 0.43035 | -0.54131 | -0.42336 | 0.95113 | Да |

| 197 | 0.40884 | -0.54131 | -0.42336 | 0.2834 | Нет |

| 198 | 0.3884 | -1.15308 | -0.33215 | 0.79071 | Да |

| 199 | 0.36898 | -0.79191 | -0.46328 | 1.42674 | Нет |

| 200 | 0.35053 | -0.79191 | -0.46328 | 0.19045 | Нет |

| 201 | 0.333 | -1.19721 | -0.30394 | 0.61971 | Да |

| 202 | 0.31635 | -0.59735 | -0.44249 | 1.54954 | Нет |

| 203 | 0.30053 | -0.38154 | -0.33787 | 0.70601 | Да |

| 204 | 0.28551 | -0.38154 | -0.33787 | 0.07668 | Нет |

| 205 | 0.27123 | -0.38154 | -0.33787 | 0.3497 | Нет |

| 206 | 0.25767 | -0.36242 | -0.32478 | 0.95048 | Да |

| 207 | 0.24479 | -0.80572 | -0.46211 | 1.75249 | Нет |

| 208 | 0.23255 | -0.80572 | -0.46211 | 0.84522 | Нет |

| 209 | 0.22092 | -0.80572 | -0.46211 | 0.33768 | Нет |

| 210 | 0.20987 | -0.80572 | -0.46211 | 0.63903 | Нет |

| 211 | 0.19938 | -0.80572 | -0.46211 | 0.03702 | Нет |

| 212 | 0.18941 | -0.18872 | -0.1832 | 0.22934 | Да |

| 213 | 0.17994 | -0.18872 | -0.1832 | 0.10866 | Нет |

| 214 | 0.17094 | -0.05966 | -0.05948 | 0.48494 | Да |

| 215 | 0.1624 | -0.17365 | -0.16934 | 1.967 | Нет |

| 216 | 0.15428 | -0.14589 | -0.14332 | 0.84482 | Да |

| 217 | 0.14656 | -0.49245 | -0.40196 | 5.8396 | Нет |

| 218 | 0.13923 | -0.34083 | -0.30934 | 0.51417 | Да |

| 219 | 0.13227 | -1.27455 | -0.24961 | 0.63662 | Да |

| 220 | 0.12566 | -1.27455 | -0.24961 | 0.10661 | Нет |

| 221 | 0.11938 | -1.27455 | -0.24961 | 0.1857 | Нет |

| 222 | 0.11341 | -0.99793 | -0.41234 | 4.19951 | Нет |

| 223 | 0.10774 | -0.92885 | -0.43713 | 1.25865 | Нет |

| 224 | 0.10235 | -0.73654 | -0.46452 | 1.30684 | Нет |

| 225 | 0.09723 | -0.73654 | -0.46452 | 0.03106 | Нет |

| 226 | 0.09237 | -0.73654 | -0.46452 | 0.04208 | Нет |

| 227 | 0.08775 | -0.65436 | -0.45591 | 0.90655 | Да |

| 228 | 0.08336 | -0.65436 | -0.45591 | 0.00132 | Нет |

| 229 | 0.0792 | -0.66588 | -0.45788 | 1.02517 | Нет |

| 230 | 0.07524 | -0.66588 | -0.45788 | 0.00421 | Нет |

| 231 | 0.07147 | -0.66588 | -0.45788 | 0.00028 | Нет |

| 232 | 0.0679 | -0.52487 | -0.41664 | 0.54483 | Да |

| 233 | 0.06451 | -0.70009 | -0.46225 | 2.02812 | Нет |

| 234 | 0.06128 | -0.70009 | -0.46225 | 0.00031 | Нет |

| 235 | 0.05822 | -0.6081 | -0.44548 | 0.74972 | Да |

| 236 | 0.05531 | -0.6081 | -0.44548 | 0.00406 | Нет |

| 237 | 0.05254 | -0.6081 | -0.44548 | 0.04777 | Нет |

| 238 | 0.04991 | -0.6081 | -0.44548 | 0.01064 | Нет |

| 239 | 0.04742 | -0.6081 | -0.44548 | 0.00041 | Нет |

| 240 | 0.04505 | -0.5774 | -0.43635 | 0.81641 | Да |

| 241 | 0.04279 | -0.5774 | -0.43635 | 1e-05 | Нет |

| 242 | 0.04065 | -0.5774 | -0.43635 | 0.00743 | Нет |

| 243 | 0.03862 | -0.5774 | -0.43635 | 0.02825 | Нет |

| 244 | 0.03669 | -0.5774 | -0.43635 | 0.0 | Нет |

| 245 | 0.03486 | -1.01575 | -0.40479 | 0.40438 | Да |

| 246 | 0.03311 | -1.01575 | -0.40479 | 0.10161 | Нет |

| 247 | 0.03146 | -0.92325 | -0.43881 | 2.94889 | Нет |

| 248 | 0.02989 | -0.92325 | -0.43881 | 0.13128 | Нет |

| 249 | 0.02839 | -0.92325 | -0.43881 | 0.0 | Нет |

| 250 | 0.02697 | -0.92325 | -0.43881 | 0.03836 | Нет |

| 251 | 0.02562 | -0.92325 | -0.43881 | 0.0 | Нет |

| 252 | 0.02434 | -0.92325 | -0.43881 | 0.18648 | Нет |

| 253 | 0.02312 | -0.92325 | -0.43881 | 4e-05 | Нет |

| 254 | 0.02197 | -0.92325 | -0.43881 | 0.01735 | Нет |

| 255 | 0.02087 | -0.92325 | -0.43881 | 0.00495 | Нет |

| 256 | 0.01983 | -0.92325 | -0.43881 | 0.30167 | Нет |

| 257 | 0.01884 | -0.92325 | -0.43881 | 0.0 | Нет |

| 258 | 0.01789 | -0.92325 | -0.43881 | 0.01519 | Нет |

| 259 | 0.017 | -0.92325 | -0.43881 | 0.0 | Нет |

| 260 | 0.01615 | -0.92325 | -0.43881 | 0.0 | Нет |

| 261 | 0.01534 | -0.68117 | -0.4601 | 4.00741 | Нет |

| 262 | 0.01457 | -0.68117 | -0.4601 | 0.0 | Нет |

| 263 | 0.01385 | -0.68117 | -0.4601 | 0.00073 | Нет |

| 264 | 0.01315 | -0.68117 | -0.4601 | 0.0 | Нет |

| 265 | 0.0125 | -0.68117 | -0.4601 | 0.0 | Нет |

| 266 | 0.01187 | -0.89135 | -0.44743 | 0.34383 | Да |

| 267 | 0.01128 | -0.89135 | -0.44743 | 0.0 | Нет |

| 268 | 0.01071 | -0.89135 | -0.44743 | 0.0 | Нет |

| 269 | 0.01018 | -0.89135 | -0.44743 | 0.0 | Нет |

+-----+------------+----------+----------+---------+-------------+

Минимум функции: -0.46470852095458387

**Таблица 2. Результаты поиска минимума f(x)\*sin(5x)**

+-----+------------+----------+----------+----------+-------------+

| N | T | x | f(x) | P | Т. принята? |

+-----+------------+----------+----------+----------+-------------+

| 0 | 10000 | -1.91915 | -0.15993 | 0.99995 | Да |

| 1 | 9500.0 | -1.30687 | 0.23994 | 0.99996 | Да |

| 2 | 9025.0 | -1.79641 | 0.41757 | 0.99998 | Да |

| 3 | 8573.75 | -1.67173 | 0.87087 | 0.99995 | Да |

| 4 | 8145.0625 | -0.23027 | 0.20846 | 1.00008 | Нет |

| 5 | 7737.80937 | -1.18969 | -0.30495 | 1.00007 | Нет |

| 6 | 7350.91891 | -1.34423 | 0.41324 | 0.9999 | Да |

| 7 | 6983.37296 | -1.38794 | 0.60018 | 0.99997 | Да |

| 8 | 6634.20431 | -1.3376 | 0.38319 | 1.00003 | Нет |

| 9 | 6302.4941 | -0.7441 | -0.37055 | 1.00012 | Нет |

| 10 | 5987.36939 | -0.43872 | 0.34503 | 0.99988 | Да |

| 11 | 5688.00092 | -0.28308 | 0.27594 | 1.00001 | Нет |

| 12 | 5403.60088 | -0.26562 | 0.25481 | 1.0 | Нет |

| 13 | 5133.42083 | -1.57969 | 0.99897 | 0.99986 | Да |

| 14 | 4876.74979 | -1.80458 | 0.3805 | 1.00013 | Нет |

| 15 | 4632.9123 | -1.35054 | 0.44153 | 0.99999 | Да |

| 16 | 4401.26669 | -1.85322 | 0.15175 | 1.00007 | Нет |

| 17 | 4181.20335 | -1.48105 | 0.89738 | 0.99982 | Да |

| 18 | 3972.14318 | -0.73577 | -0.3435 | 1.00031 | Нет |

| 19 | 3773.53603 | -0.73098 | -0.32783 | 1.0 | Да |

| 20 | 3584.85922 | -0.8698 | -0.7143 | 1.00011 | Нет |

| 21 | 3405.61626 | -1.87231 | 0.06031 | 0.99977 | Да |

| 22 | 3235.33545 | -0.89715 | -0.76157 | 1.00025 | Нет |

| 23 | 3073.56868 | -1.53223 | 0.98074 | 0.99943 | Да |

| 24 | 2919.89024 | -0.29832 | 0.29299 | 1.00024 | Нет |

| 25 | 2773.89573 | -1.75696 | 0.58687 | 0.99989 | Да |

| 26 | 2635.20094 | -0.4045 | 0.35409 | 1.00009 | Нет |

| 27 | 2503.4409 | -0.30406 | 0.29901 | 1.00002 | Нет |

| 28 | 2378.26885 | -1.77716 | 0.50236 | 0.99991 | Да |

| 29 | 2259.35541 | -0.81306 | -0.57955 | 1.00048 | Нет |

| 30 | 2146.38764 | -1.1495 | -0.46578 | 0.99995 | Да |

| 31 | 2039.06826 | -1.21536 | -0.1921 | 0.99987 | Да |

| 32 | 1937.11484 | -0.93305 | -0.80254 | 1.00032 | Нет |

| 33 | 1840.2591 | -1.74537 | 0.63285 | 0.99922 | Да |

| 34 | 1748.24615 | -0.80502 | -0.55719 | 1.00068 | Нет |

| 35 | 1660.83384 | -0.79326 | -0.52334 | 0.99998 | Да |

| 36 | 1577.79215 | -0.5386 | 0.22246 | 0.99953 | Да |

| 37 | 1498.90254 | -0.03083 | 0.00473 | 1.00015 | Нет |

| 38 | 1423.95741 | -0.36717 | 0.34644 | 0.99976 | Да |

| 39 | 1352.75954 | -0.85461 | -0.68267 | 1.00076 | Нет |

| 40 | 1285.12157 | -1.0578 | -0.7304 | 1.00004 | Нет |

| 41 | 1220.86549 | -0.42614 | 0.35024 | 0.99912 | Да |

| 42 | 1159.82221 | -0.94544 | -0.81066 | 1.001 | Нет |

| 43 | 1101.8311 | -0.27917 | 0.27135 | 0.99902 | Да |

| 44 | 1046.73955 | -1.62561 | 0.96123 | 0.99934 | Да |

| 45 | 994.40257 | -1.96216 | -0.34803 | 1.00132 | Нет |

| 46 | 944.68244 | -0.47297 | 0.31931 | 0.99929 | Да |

| 47 | 897.44832 | -1.19192 | -0.29542 | 1.00069 | Нет |

| 48 | 852.5759 | -0.29789 | 0.29253 | 0.99931 | Да |

| 49 | 809.94711 | -0.55627 | 0.18613 | 1.00013 | Нет |

| 50 | 769.44975 | -1.33804 | 0.38521 | 0.99974 | Да |

| 51 | 730.97727 | -1.3159 | 0.28257 | 1.00014 | Нет |

| 52 | 694.4284 | -0.71649 | -0.28025 | 1.00081 | Нет |

| 53 | 659.70698 | -0.93115 | -0.80102 | 1.00079 | Нет |

| 54 | 626.72163 | -1.64139 | 0.93601 | 0.99723 | Да |

| 55 | 595.38555 | -1.31056 | 0.25738 | 1.00114 | Нет |

| 56 | 565.61627 | -1.53814 | 0.98617 | 0.99871 | Да |

| 57 | 537.33546 | -1.08812 | -0.66109 | 1.00307 | Нет |

| 58 | 510.46869 | -0.19311 | 0.15782 | 0.9984 | Да |

| 59 | 484.94525 | -0.21499 | 0.18765 | 0.99994 | Да |

| 60 | 460.69799 | -1.55387 | 0.99628 | 0.99825 | Да |

| 61 | 437.66309 | -0.88918 | -0.74914 | 1.004 | Нет |

| 62 | 415.77994 | -1.54494 | 0.99132 | 0.99582 | Да |

| 63 | 394.99094 | -1.70482 | 0.77673 | 1.00054 | Нет |

| 64 | 375.24139 | -1.48782 | 0.91202 | 0.99964 | Да |

| 65 | 356.47932 | -1.50777 | 0.94887 | 0.9999 | Да |

| 66 | 338.65536 | -1.32038 | 0.30355 | 1.00191 | Нет |

| 67 | 321.72259 | -1.01536 | -0.79387 | 1.00342 | Нет |

| 68 | 305.63646 | -0.71795 | -0.28506 | 0.99834 | Да |

| 69 | 290.35464 | -0.5625 | 0.17235 | 0.99843 | Да |

| 70 | 275.8369 | -1.61525 | 0.97444 | 0.9971 | Да |

| 71 | 262.04506 | -0.55818 | 0.18197 | 1.00303 | Нет |

| 72 | 248.94281 | -1.33972 | 0.39283 | 0.99915 | Да |

| 73 | 236.49567 | -1.70182 | 0.78618 | 0.99834 | Да |

| 74 | 224.67088 | -1.94029 | -0.25474 | 1.00464 | Нет |

| 75 | 213.43734 | -1.25328 | -0.01596 | 0.99888 | Да |

| 76 | 202.76547 | -1.94606 | -0.27988 | 1.0013 | Нет |

| 77 | 192.6272 | -0.72629 | -0.31247 | 1.00017 | Нет |

| 78 | 182.99584 | -0.34456 | 0.33388 | 0.99647 | Да |

| 79 | 173.84605 | -1.58233 | 0.99827 | 0.99619 | Да |

| 80 | 165.15374 | -0.04436 | 0.00976 | 1.006 | Нет |

| 81 | 156.89606 | -1.69457 | 0.8083 | 0.99492 | Да |

| 82 | 149.05125 | -1.73173 | 0.68439 | 1.00083 | Нет |

| 83 | 141.59869 | -0.46589 | 0.32603 | 1.00253 | Нет |

| 84 | 134.51876 | -1.86565 | 0.09221 | 1.00174 | Нет |

| 85 | 127.79282 | -0.7801 | -0.48399 | 1.00452 | Нет |

| 86 | 121.40318 | -0.1086 | 0.056 | 0.99556 | Да |

| 87 | 115.33302 | -1.42889 | 0.75103 | 0.99399 | Да |

| 88 | 109.56637 | -1.73732 | 0.66362 | 1.0008 | Нет |

| 89 | 104.08805 | -1.85591 | 0.1389 | 1.00505 | Нет |

| 90 | 98.88365 | -0.488 | 0.30262 | 0.99835 | Да |

| 91 | 93.93946 | -0.19057 | 0.15438 | 1.00158 | Нет |

| 92 | 89.24249 | -1.7654 | 0.5522 | 0.99555 | Да |

| 93 | 84.78037 | -0.00368 | 7e-05 | 1.00653 | Нет |

| 94 | 80.54135 | -1.48728 | 0.91089 | 0.98875 | Да |

| 95 | 76.51428 | -1.46546 | 0.8597 | 1.00067 | Нет |

| 96 | 72.68857 | -0.04195 | 0.00873 | 1.01178 | Нет |

| 97 | 69.05414 | -0.48224 | 0.3094 | 0.99566 | Да |

| 98 | 65.60143 | -1.89843 | -0.06375 | 1.0057 | Нет |

| 99 | 62.32136 | -0.34791 | 0.33609 | 0.9936 | Да |

| 100 | 59.20529 | -0.25937 | 0.24691 | 1.00151 | Нет |

| 101 | 56.24503 | -1.69052 | 0.82019 | 0.98986 | Да |

| 102 | 53.43278 | -0.36482 | 0.3454 | 1.00893 | Нет |

| 103 | 50.76114 | -0.49419 | 0.29479 | 1.001 | Нет |

| 104 | 48.22308 | -1.44479 | 0.8016 | 0.98955 | Да |

| 105 | 45.81193 | -1.38283 | 0.57953 | 1.00486 | Нет |

| 106 | 43.52133 | -1.82622 | 0.28008 | 1.0069 | Нет |

| 107 | 41.34526 | -0.69712 | -0.21654 | 1.01208 | Нет |

| 108 | 39.278 | -1.13848 | -0.50576 | 1.00739 | Нет |

| 109 | 37.3141 | -0.85341 | -0.68002 | 1.00468 | Нет |

| 110 | 35.4484 | -1.92252 | -0.17529 | 0.98586 | Да |

| 111 | 33.67598 | -1.6969 | 0.80131 | 0.97142 | Да |

| 112 | 31.99218 | -1.50979 | 0.95206 | 0.9953 | Да |

| 113 | 30.39257 | -1.91312 | -0.1322 | 1.03632 | Нет |

| 114 | 28.87294 | -0.55868 | 0.18086 | 0.98922 | Да |

| 115 | 27.42929 | -0.67548 | -0.14608 | 1.01199 | Нет |

| 116 | 26.05783 | -1.05761 | -0.73077 | 1.02269 | Нет |

| 117 | 24.75494 | -1.63295 | 0.95027 | 0.93435 | Да |

| 118 | 23.51719 | -1.4995 | 0.93474 | 1.00066 | Нет |

| 119 | 22.34133 | -0.66455 | -0.11111 | 1.04793 | Нет |

| 120 | 21.22426 | -0.7966 | -0.53309 | 1.02008 | Нет |

| 121 | 20.16305 | -0.14665 | 0.0978 | 0.96919 | Да |

| 122 | 19.1549 | -1.09681 | -0.63773 | 1.03915 | Нет |

| 123 | 18.19715 | -1.14647 | -0.47697 | 0.9912 | Да |

| 124 | 17.2873 | -0.28542 | 0.27866 | 0.95723 | Да |

| 125 | 16.42293 | -0.89712 | -0.76152 | 1.06539 | Нет |

| 126 | 15.60178 | -1.49081 | 0.91814 | 0.89793 | Да |

| 127 | 14.82169 | -0.35525 | 0.34051 | 1.03974 | Нет |

| 128 | 14.08061 | -1.02391 | -0.78432 | 1.08316 | Нет |

| 129 | 13.37658 | -0.84699 | -0.6655 | 0.99116 | Да |

| 130 | 12.70775 | -1.36064 | 0.48594 | 0.91337 | Да |

| 131 | 12.07236 | -1.10989 | -0.59978 | 1.0941 | Нет |

| 132 | 11.46875 | -1.865 | 0.09531 | 0.94119 | Да |

| 133 | 10.89531 | -1.53969 | 0.98745 | 0.92138 | Да |

| 134 | 10.35054 | -0.26867 | 0.25862 | 1.07295 | Нет |

| 135 | 9.83302 | -1.13477 | -0.51879 | 1.08227 | Нет |

| 136 | 9.34136 | -0.85341 | -0.68004 | 1.01741 | Нет |

| 137 | 8.8743 | -0.90093 | -0.76705 | 1.00985 | Нет |

| 138 | 8.43058 | -0.83009 | -0.62451 | 0.98323 | Да |

| 139 | 8.00905 | -0.18946 | 0.15289 | 0.9075 | Да |

| 140 | 7.6086 | -1.86256 | 0.10702 | 1.00605 | Нет |

| 141 | 7.22817 | -1.93336 | -0.22407 | 1.04687 | Нет |

| 142 | 6.86676 | -0.30348 | 0.29842 | 0.92673 | Да |

| 143 | 6.52342 | -0.86139 | -0.69724 | 1.16489 | Нет |

| 144 | 6.19725 | -1.29863 | 0.20076 | 0.86511 | Да |

| 145 | 5.88739 | -0.36047 | 0.3433 | 0.97608 | Да |

| 146 | 5.59302 | -1.06387 | -0.71808 | 1.20897 | Нет |

| 147 | 5.31337 | -1.00476 | -0.80344 | 1.01619 | Нет |

| 148 | 5.0477 | -0.23562 | 0.21568 | 0.81718 | Да |

| 149 | 4.79532 | -0.40108 | 0.35412 | 0.97154 | Да |

| 150 | 4.55555 | -1.67507 | 0.86242 | 0.89442 | Да |

| 151 | 4.32777 | -0.90573 | -0.77363 | 1.45942 | Нет |

| 152 | 4.11138 | -1.4518 | 0.82229 | 0.6783 | Да |

| 153 | 3.90581 | -1.97412 | -0.39659 | 1.36625 | Нет |

| 154 | 3.71052 | -0.76795 | -0.44652 | 1.01355 | Нет |

| 155 | 3.525 | -0.76795 | -0.44652 | 0.67402 | Нет |

| 156 | 3.34875 | -0.81884 | -0.59518 | 1.04539 | Нет |

| 157 | 3.18131 | -1.19389 | -0.28694 | 0.90765 | Да |

| 158 | 3.02224 | -0.56285 | 0.17157 | 0.85924 | Да |

| 159 | 2.87113 | -1.50808 | 0.94936 | 0.76269 | Да |

| 160 | 2.72758 | -1.22958 | -0.12708 | 1.48386 | Нет |

| 161 | 2.5912 | -0.00274 | 4e-05 | 0.95213 | Да |

| 162 | 2.46164 | -1.34175 | 0.40207 | 0.84932 | Да |

| 163 | 2.33856 | -1.9064 | -0.10106 | 1.24004 | Нет |

| 164 | 2.22163 | -0.33351 | 0.32583 | 0.82518 | Да |

| 165 | 2.11055 | -0.66375 | -0.10858 | 1.22854 | Нет |

| 166 | 2.00502 | -0.83014 | -0.62464 | 1.29354 | Нет |

| 167 | 1.90477 | -0.83014 | -0.62464 | 0.47992 | Нет |

| 168 | 1.80953 | -1.63207 | 0.95165 | 0.41849 | Да |

| 169 | 1.71905 | -0.15594 | 0.10919 | 1.63244 | Нет |

| 170 | 1.6331 | -0.78998 | -0.51367 | 1.46432 | Нет |

| 171 | 1.55145 | -1.61624 | 0.97329 | 0.38349 | Да |

| 172 | 1.47387 | -1.72642 | 0.70361 | 1.20078 | Нет |

| 173 | 1.40018 | -0.66692 | -0.11866 | 1.79906 | Нет |

| 174 | 1.33017 | -0.92377 | -0.79439 | 1.66196 | Нет |

| 175 | 1.26366 | -0.0791 | 0.03044 | 0.52062 | Да |

| 176 | 1.20048 | -0.22607 | 0.20275 | 0.86629 | Да |

| 177 | 1.14045 | -0.22607 | 0.20275 | 0.5549 | Нет |

| 178 | 1.08343 | -0.16611 | 0.12208 | 1.0773 | Нет |

| 179 | 1.02926 | -0.38499 | 0.35224 | 0.79962 | Да |

| 180 | 0.9778 | -0.29448 | 0.28884 | 1.067 | Нет |

| 181 | 0.92891 | -0.45473 | 0.33513 | 0.95139 | Да |

| 182 | 0.88246 | -0.93567 | -0.80453 | 3.63806 | Нет |

| 183 | 0.83834 | -0.93567 | -0.80453 | 0.17231 | Нет |

| 184 | 0.79642 | -0.93567 | -0.80453 | 0.70055 | Нет |

| 185 | 0.7566 | -0.93567 | -0.80453 | 0.15941 | Нет |

| 186 | 0.71877 | -0.01878 | 0.00176 | 0.32571 | Да |

| 187 | 0.68283 | -0.40066 | 0.35411 | 0.59689 | Да |

| 188 | 0.64869 | -1.72573 | 0.7061 | 0.58123 | Да |

| 189 | 0.61626 | -1.38407 | 0.58458 | 1.21798 | Нет |

| 190 | 0.58544 | -1.26779 | 0.05319 | 2.47851 | Нет |

| 191 | 0.55617 | -1.26779 | 0.05319 | 0.23892 | Нет |

| 192 | 0.52836 | -1.87623 | 0.04161 | 1.02216 | Нет |

| 193 | 0.50194 | -0.84451 | -0.65973 | 4.04404 | Нет |

| 194 | 0.47685 | -0.84451 | -0.65973 | 0.16307 | Нет |

| 195 | 0.45301 | -0.84451 | -0.65973 | 0.07089 | Нет |

| 196 | 0.43035 | -0.56828 | 0.15914 | 0.14915 | Да |

| 197 | 0.40884 | -0.05972 | 0.01756 | 1.41383 | Нет |

| 198 | 0.3884 | -0.59481 | 0.09343 | 0.82254 | Да |

| 199 | 0.36898 | -0.56142 | 0.17477 | 0.80217 | Да |

| 200 | 0.35053 | -0.56142 | 0.17477 | 0.10025 | Нет |

| 201 | 0.333 | -0.30807 | 0.30308 | 0.68024 | Да |

| 202 | 0.31635 | -1.89021 | -0.02494 | 2.82045 | Нет |

| 203 | 0.30053 | -1.18311 | -0.33274 | 2.78482 | Нет |

| 204 | 0.28551 | -1.11944 | -0.57001 | 2.29567 | Нет |

| 205 | 0.27123 | -1.11944 | -0.57001 | 0.05485 | Нет |

| 206 | 0.25767 | -0.78141 | -0.48797 | 0.72733 | Да |

| 207 | 0.24479 | -0.07468 | 0.02722 | 0.12189 | Да |

| 208 | 0.23255 | -0.07468 | 0.02722 | 0.01586 | Нет |

| 209 | 0.22092 | -0.07468 | 0.02722 | 0.12019 | Нет |

| 210 | 0.20987 | -0.11179 | 0.05916 | 0.85882 | Да |

| 211 | 0.19938 | -0.11179 | 0.05916 | 0.05478 | Нет |

| 212 | 0.18941 | -0.70025 | -0.22681 | 4.52569 | Нет |

| 213 | 0.17994 | -1.00203 | -0.80549 | 24.92759 | Нет |

| 214 | 0.17094 | -0.90408 | -0.77142 | 0.8193 | Да |

| 215 | 0.1624 | -0.90408 | -0.77142 | 0.00296 | Нет |

| 216 | 0.15428 | -0.90408 | -0.77142 | 0.13113 | Нет |

| 217 | 0.14656 | -0.90408 | -0.77142 | 1e-05 | Нет |

| 218 | 0.13923 | -0.90408 | -0.77142 | 0.00073 | Нет |

| 219 | 0.13227 | -0.90408 | -0.77142 | 0.00357 | Нет |

| 220 | 0.12566 | -0.90408 | -0.77142 | 0.00173 | Нет |

| 221 | 0.11938 | -0.90408 | -0.77142 | 0.0001 | Нет |

| 222 | 0.11341 | -0.96797 | -0.81705 | 1.49539 | Нет |

| 223 | 0.10774 | -0.96797 | -0.81705 | 0.00288 | Нет |

| 224 | 0.10235 | -0.98742 | -0.81362 | 0.96704 | Да |

| 225 | 0.09723 | -0.98742 | -0.81362 | 0.00357 | Нет |

| 226 | 0.09237 | -0.98742 | -0.81362 | 0.00081 | Нет |

| 227 | 0.08775 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 228 | 0.08336 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 229 | 0.0792 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 230 | 0.07524 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 231 | 0.07147 | -0.98742 | -0.81362 | 0.00059 | Нет |

| 232 | 0.0679 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 233 | 0.06451 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 234 | 0.06128 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 235 | 0.05822 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 236 | 0.05531 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 237 | 0.05254 | -0.98742 | -0.81362 | 0.03577 | Нет |

| 238 | 0.04991 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 239 | 0.04742 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 240 | 0.04505 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 241 | 0.04279 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 242 | 0.04065 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 243 | 0.03862 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 244 | 0.03669 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 245 | 0.03486 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 246 | 0.03311 | -0.98742 | -0.81362 | 0.03521 | Нет |

| 247 | 0.03146 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 248 | 0.02989 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 249 | 0.02839 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 250 | 0.02697 | -0.98742 | -0.81362 | 0.09772 | Нет |

| 251 | 0.02562 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 252 | 0.02434 | -0.98742 | -0.81362 | 0.0 | Нет |

| 253 | 0.02312 | -1.00362 | -0.80431 | 0.66857 | Да |

| 254 | 0.02197 | -1.00362 | -0.80431 | 0.0 | Нет |

| 255 | 0.02087 | -1.00362 | -0.80431 | 0.0 | Нет |

| 256 | 0.01983 | -1.00362 | -0.80431 | 0.0 | Нет |

| 257 | 0.01884 | -1.00362 | -0.80431 | 0.0 | Нет |

| 258 | 0.01789 | -1.00362 | -0.80431 | 0.0 | Нет |

| 259 | 0.017 | -0.96397 | -0.81672 | 2.07517 | Нет |

| 260 | 0.01615 | -0.96397 | -0.81672 | 0.0 | Нет |

| 261 | 0.01534 | -0.96397 | -0.81672 | 0.0 | Нет |

| 262 | 0.01457 | -0.96397 | -0.81672 | 0.0 | Нет |

| 263 | 0.01385 | -0.96397 | -0.81672 | 0.0 | Нет |

| 264 | 0.01315 | -0.96397 | -0.81672 | 0.0 | Нет |

| 265 | 0.0125 | -0.96397 | -0.81672 | 0.0 | Нет |

| 266 | 0.01187 | -0.96397 | -0.81672 | 0.0 | Нет |

| 267 | 0.01128 | -0.96397 | -0.81672 | 0.0 | Нет |

| 268 | 0.01071 | -0.96397 | -0.81672 | 0.0 | Нет |

| 269 | 0.01018 | -0.96397 | -0.81672 | 0.0 | Нет |

+-----+------------+----------+----------+----------+-------------+

Минимум функции: -0.8170541098766898

# **Вывод**

Алгоритм имитации отжига относится к категории вероятностных и стохастических. Поэтому важно учитывать, что он обычно находит не конкретное значение минимума функции, а что-то приближенное к нему. Главная проблема, которую решает алгоритм имитации отжига, - застревание в локальных минимумах, когда результатом оптимизации оказывается не глобальное значение минимума, а какое-то локальное. Для этого нужно было учитывать вероятности переходов из точки в точку вместо линейного передвижения от большей температуры к меньшей.

# **Листинг**

*Прим. Представленный код написан на Python с помощью среды PyCharm.*

**import** random  
**import** math  
  
**from** prettytable **import** PrettyTable  
  
**def** f(x):  
 *# return math.cos(x) \* math.tanh(x)* **return** math.cos(x) \* math.tan(x) \* math.sin(5 \* x)  
  
  
**def** P (d, T):  
 **return** math.exp((-d)/T)  
  
**if** \_\_name\_\_ == **'\_\_main\_\_'**:  
  
 x = random.uniform(-2, 0)  
 max\_T, min\_T = 10000, 0.01  
 curr\_eval = f(x)  
 min\_eval = curr\_eval  
  
 *# Формирование нужной таблицы со столбцами:  
 # N - точка по счёту  
 # T - температура  
 # x - сама точка  
 # f(x) - значение функции в точке х  
 # P - вероятность перехода  
 # "Т. принята?" - в зависимости от результата работы "да" или "нет"* table = PrettyTable()  
 table.field\_names = [**"N"**, **"T"**, **"x"**, **"f(x)"**, **"P"**, **"Т. принята?"**]  
 i = 0  
  
 **while** max\_T > min\_T:  
 xNew = random.uniform(-2, 0)  
 delta\_f = f(xNew) - f(x)  
 dis = **"Нет"  
 if** delta\_f < 0:  
 x = xNew  
 curr\_eval = f(x)  
 min\_eval = min(min\_eval, curr\_eval)  
 **else**:  
 R = random.random()  
 **if** P(delta\_f, max\_T) > R:  
 x = xNew  
 curr\_eval = f(x)  
 min\_eval = min(min\_eval, curr\_eval)  
 dis = **"Да"** table.add\_row([i, round(max\_T, 5), round(x, 5), round(curr\_eval, 5), round(P(delta\_f, max\_T), 5), dis])  
 i += 1  
 max\_T = max\_T \* 0.95  
  
 print(table)  
 print(**"Минимум функции: "**, min\_eval)