Университет ИТМО

Кафедра ВТ

Учебно-исследовательская работа 1

Исследование генераторов случайных величин

Варианты генераторов: 144, 145

Порядки Эрланга (k): 2, 4, 5

Выполнил

Назарьев Сергей, гр. 2125

2015

Цель работы:

Исследование генераторов случайных величин, используемых в системе имитационного моделирования GPSS при построении имитационных моделей. Исследования проводятся для генераторов случайных величин со следующими законами распределений:

* равномерный;
* экспоненциальный;
* нормированное распределение Эрланга 2, 4, 5 порядков.

Характеристики генераторов случайных величин с экспоненциальным распределением

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Хар-ки и интервалы | **RN \_\_\_144\_\_\_\_\_** | | | | | | **RN \_\_145\_\_\_\_\_\_** | | | | | |
| **10** | **100** | **1000** | **5000** | **10000** | **20000** | **10** | **100** | **1000** | **5000** | **10000** | **20000** |
| Мат.ож.= | 506.656 | 520.96 | 513.191 | 504.503 | 505.748 | 506.504 | 506.656 | 520.96 | 513.191 | 504.503 | 505.748 | 506.504 |
| 500 | 0.0133 | 0.0419 | 0.026 | 0.0090 | 0.0115 | 0.0130 | 0.013 | 0.0419 | 0.0264 | 0.0090 | 0.0115 | 0.0130 |
| С.к.о.= | 622.8 | 571.138 | 516.474 | 508.959 | 516.206 | 507.366 | 622.8 | 571.138 | 516.474 | 508.959 | 516.206 | 507.366 |
| 500 | 0.0147 | 0.1423 | 0.0329 | 0.0179 | 0.0324 | 0.0147 | 0.2456 | 0.1423 | 0.033 | 0.018 | 0.0324 | 0.0147 |
| К-т вар.= | 1.001 | 1.096 | 1.006 | 1.009 | 1.021 | 1.002 | 1.229 | 1.096 | 1.006 | 1.009 | 1.021 | 1.00 |
| 1 | 0.0014 | 0.0963 | 0.0064 | 0.0088 | 0.0207 | 0.0017 | 0.2292 | 0.0963 | 0.0064 | 0.0088 | 0.0207 | 0.0017 |
| 0-100 | 4 | 20 | 184 | 890 | 1840 | 3620 | 4 | 20 | 184 | 890 | 1840 | 3620 |
| 100-200 | 1 | 19 | 144 | 778 | 1513 | 3001 | 1 | 19 | 144 | 778 | 1513 | 3001 |
| 200-300 | 0 | 11 | 130 | 617 | 1208 | 2392 | 0 | 11 | 130 | 617 | 1208 | 2392 |
| 300-400 | 1 | 7 | 85 | 467 | 943 | 1885 | 1 | 7 | 85 | 467 | 943 | 1885 |
| 400-500 | 0 | 5 | 86 | 376 | 760 | 1568 | 0 | 5 | 86 | 376 | 760 | 1568 |
| 500-600 | 1 | 5 | 56 | 337 | 665 | 1348 | 1 | 5 | 56 | 337 | 665 | 1348 |
| 600-700 | 1 | 6 | 50 | 286 | 564 | 1134 | 1 | 6 | 50 | 286 | 564 | 1134 |
| 700-800 | 0 | 5 | 53 | 228 | 455 | 922 | 0 | 5 | 53 | 228 | 455 | 922 |
| 800-900 | 0 | 3 | 33 | 197 | 397 | 773 | 0 | 3 | 33 | 197 | 397 | 773 |
| 900-1000 | 0 | 2 | 32 | 138 | 275 | 572 | 0 | 2 | 32 | 138 | 275 | 572 |
| 1000-1100 | 0 | 4 | 27 | 118 | 242 | 489 | 0 | 4 | 27 | 118 | 242 | 489 |
| 1100-1200 | 0 | 1 | 19 | 111 | 216 | 415 | 0 | 1 | 19 | 111 | 216 | 415 |
| 1200-1300 | 1 | 2 | 21 | 80 | 156 | 338 | 1 | 2 | 21 | 80 | 156 | 338 |
| 1300-1400 | 0 | 2 | 18 | 63 | 125 | 270 | 0 | 2 | 18 | 63 | 125 | 270 |
| 1400-1500 | 0 | 0 | 12 | 57 | 118 | 250 | 0 | 0 | 12 | 57 | 118 | 250 |
| 1500-1600 | 0 | 1 | 6 | 41 | 85 | 169 | 0 | 1 | 6 | 41 | 85 | 169 |
| 1600-1700 | 0 | 1 | 7 | 35 | 81 | 163 | 0 | 1 | 7 | 35 | 81 | 163 |
| 1700-1800 | 0 | 0 | 4 | 30 | 61 | 113 | 0 | 0 | 4 | 30 | 61 | 113 |
| 1800-1900 | 1 | 2 | 7 | 33 | 52 | 103 | 1 | 2 | 7 | 33 | 52 | 103 |
| 1900-2000 | 0 | 4 | 26 | 118 | 244 | 475 | 0 | 4 | 26 | 118 | 244 | 475 |

Характеристики генераторов случайных величин с равномерным распределением

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Хар-ки и интервалы | **RN 144** | | | | | | **RN 145** | | | | | |
| **10** | **100** | **1000** | **5000** | **10000** | **20000** | **10** | **100** | **1000** | **5000** | **10000** | **20000** |
| Мат.ож.= | 384.1 | 467.090 | 474.961 | 492.789 | 495.690 | 496.247 | 532.1 | 502.57 | 501.619 | 497.053 | 499.040 | 500.230 |
| 500 | 0.2318 | 0.0658 | 0.0501 | 0.014 | 0.0086 | 0.0075 | 0.0642 | 0.0051 | 0.003 | 0.0059 | 0.0019 | 0.0005 |
| С.к.о.= | 291.218 | 285.692 | 289.660 | 290.915 | 290.303 | 289.551 | 278.335 | 290.045 | 288.472 | 290.380 | 289.866 | 289.064 |
| 288.675 |
|  | 0.0088 | 0.0103 | 0.0034 | 0.0078 | 0.0056 | 0.0030 | 0.036 | 0.0047 | 0.0007 | 0.0059 | 0.0041 | 0.0013 |
| К-т вар.= | 0.758 | 0.612 | 0.610 | 0.590 | 0.585654 | 0.583 | 0.523 | 0.577 | 0.575 | 0.584 | 0.581 | 0.578 |
| 0.5774 | 0.3132 | 0.0594 | 0.0563 | 0.0225 | 0.0144 | 0.0106 | 0.0940 | 0.0004 | 0.0039 | 0.0119 | 0.0061 | 0.0009 |
| 0-100 | 3 | 11 | 121 | 559 | 1087 | 2093 | 1 | 11 | 103 | 527 | 1037 | 2052 |
| 100-200 | 0 | 12 | 115 | 516 | 1016 | 2032 | 1 | 10 | 97 | 525 | 1036 | 2021 |
| 200-300 | 2 | 11 | 99 | 487 | 973 | 1991 | 0 | 8 | 97 | 483 | 953 | 1896 |
| 300-400 | 1 | 13 | 99 | 477 | 951 | 1997 | 1 | 8 | 93 | 487 | 986 | 2024 |
| 400-500 | 1 | 11 | 85 | 500 | 1019 | 2017 | 2 | 14 | 117 | 505 | 1004 | 2020 |
| 500-600 | 0 | 5 | 100 | 491 | 987 | 1981 | 1 | 12 | 94 | 486 | 974 | 1984 |
| 600-700 | 0 | 12 | 112 | 497 | 1004 | 1934 | 0 | 4 | 93 | 485 | 1006 | 2010 |
| 700-800 | 2 | 9 | 102 | 513 | 988 | 1998 | 3 | 13 | 105 | 510 | 1024 | 1987 |
| 800-900 | 1 | 5 | 77 | 476 | 1005 | 2000 | 0 | 8 | 102 | 517 | 1006 | 2010 |
| 900-1000 | 0 | 11 | 90 | 484 | 970 | 1957 | 1 | 12 | 99 | 475 | 974 | 1996 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Хар-ки и интервалы** | | **RN 144** | | | | | |
| **10** |  | **10** |  | **10** |  |
| **k= 2** | Мат.ож=  500,000 | 384,179 | 523,666 | 505,203 | 500,468 | 497,723 | 499,893 |
| 0,232 | 0,047 | 0,010 | 0,001 | 0,005 | 0,000 |
|  | С.к.о.= | 250,194 | 378,459 | 361,875 | 353,390 | 351,901 | 354,502 |
| 353,553 0,292 | | 0,070 | 0,024 | 0,000 | 0,005 | 0,003 |
| К-т вар.=  0,707 | 0,651 | 0,723 | 0,716 | 0,706 | 0,707 | 0,709 |
| 0,079 | 0,022 | 0,013 | 0,001 | 0,000 | 0,003 |
| **k= 4** | Мат.ож=  500,000 | 482,361 | 507,638 | 502,798 | 497,723 | 499,893 | 499,221 |
| 0,035 | 0,015 | 0,006 | 0,005 | 0,000 | 0,002 |
| С.к.о.=  250,000 | 212,851 | 244,737 | 252,659 | 248,134 | 250,187 | 248,590 |
| 0,149 | 0,021 | 0,011 | 0,007 | 0,001 | 0,006 |
| К-т вар.=  0,500 | 0,441 | 0,482 | 0,503 | 0,499 | 0,500 | 0,498 |
| 0,117 | 0,036 | 0,005 | 0,003 | 0,001 | 0,004 |
| **k= 5** | Мат.ож=  500,000 | 497,612 | 522,698 | 503,864 | 498,997 | 499,715 | 497,894 |
| 0,005 | 0,045 | 0,008 | 0,002 | 0,001 | 0,004 |
| С.к.о.=  223,607 | 182,594 | 244,314 | 223,104 | 222,869 | 222,487 | 221,666 |
| 0,183 | 0,093 | 0,002 | 0,003 | 0,005 | 0,009 |
| К-т вар.=  0,447 | 0,367 | 0,467 | 0,443 | 0,447 | 0,445 | 0,445 |
| 0,179 | 0,045 | 0,010 | 0,001 | 0,004 | 0,004 |

Таблицы для распределения Эрланга:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Хар-ки и интервалы** | | **RN 145** | | | | | |
| **10** | **100** | **1000** | **5000** | **10000** | **20000** |
| **k= 2** | Мат.ож=  500,000 | 486,506 | 544,365 | 506,770 | 506,766 | 503,909 | 505,368 |
| 0,027 | 0,089 | 0,014 | 0,014 | 0,008 | 0,011 |
| С.к.о.=  353,553 | 313,893 | 370,375 | 353,111 | 361,000 | 355,822 | 356,878 |
| 0,112 | 0,048 | 0,001 | 0,021 | 0,006 | 0,009 |
| К-т вар.=  0,707 | 0,645 | 0,680 | 0,697 | 0,712 | 0,706 | 0,706 |
| 0,088 | 0,038 | 0,015 | 0,007 | 0,001 | 0,001 |
| **k= 4** | Мат.ож=  500,000 | 465,231 | 514,788 | 511,747 | 503,909 | 505,368 | 502,332 |
| 0,070 | 0,030 | 0,023 | 0,008 | 0,011 | 0,005 |
| С.к.о.=  250,000 | 243,457 | 260,307 | 259,940 | 250,864 | 252,084 | 250,116 |
| 0,026 | 0,041 | 0,040 | 0,003 | 0,008 | 0,000 |
| К-т вар.=  0,500 | 0,523 | 0,506 | 0,508 | 0,498 | 0,499 | 0,498 |
| 0,047 | 0,011 | 0,016 | 0,004 | 0,002 | 0,004 |
| **k= 5** | Мат.ож=  500,000 | 431,248 | 506,542 | 510,589 | 504,610 | 504,204 | 501,512 |
| 0,138 | 0,013 | 0,021 | 0,009 | 0,008 | 0,003 |
| С.к.о.=  223,607 | 189,209 | 20,489 | 229,451 | 223,257 | 222,506 | 223,795 |
| 0,154 | 0,908 | 0,026 | 0,002 | 0,005 | 0,001 |
| К-т вар.=  0,447 | 0,439 | 0,040 | 0,449 | 0,442 | 0,441 | 0,446 |
| 0,019 | 0,910 | 0,005 | 0,011 | 0,013 | 0,002 |

**Вывод:**

В ходе выполнения данной лабораторной работы были исследованы

генераторы случайных величин (144 и 145), распределяющие числа по

равномерному, экспоненциальному законам распределения и

нормированному распределению Эрланга порядков 2, 4 и 5.