МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**

**Кафедра МОЭВМ**

**ОТЧЕТ**

**по лабораторной работе №5**

**по дисциплине «Качество и метрология программного обеспечения»**

**Тема: Оценка параметров надежности программ по временным моделям обнаружения ошибок**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 6304 |  | Путьков Д.А. |
| Преподаватель |  | Кирьянчиков В.А. |

Санкт-Петербург 2020

Формулировка задания

Выполнить исследование показателей надежности программ, характеризуемых моделью обнаружения ошибок Джелинского-Моранды, для различных законов распределения времен обнаружения отказов и различного числа используемых для анализа данных. Для проведения исследования требуется:

1. Сгенерировать массивы данных {Xi}, где Xi – случайное значение *интервала между соседними (i-1)–ой и i–ой ошибками* (i=[1,30], также смотри примечание в п.3), в соответствии с:
   1. равномерным законом распределения в интервале [0,20]; при этом cредний интервал между ошибками будет mравн = 10, СКО sравн = 20/(2\*sqrt(3)) = 5.8 .
   2. экспоненциальным законом распределения: W(y) = b\*exp(-b\*y), y>=0, c параметром b=0.1 и соответственно mэксп=sэксп= 1/b=10. Значения случайной величины Y с экспоненциальным законом распределения с параметром «b» можно получить по значениям случайной величины t, равномерно распределенной в интервале [0,1], по формуле [1]: Y = -ln(t) / b
   3. релеевским законом распределения: W(y) = (y/c^2)\*exp(-y^2/(2\*c^2)), y>=0, c параметром c=8.0 и соответственно mрел = c\*sqrt(p/2), sрел= c\*sqrt(2-p/2). Значения случайной величины Y с релеевским законом распределения с параметром «с» можно получить по значениям случайной величины t, равномерно распределенной в интервале [0,1], по формуле [1]: Y = с \* sqrt(-2\*ln(t)).
2. Каждый из 3-х массивов {Xi} интервалов времени между соседними ошибками упорядочить по возрастанию.
3. Для каждого из 3-х массивов {Xi} оценить значение первоначального числа ошибок в программе B. При этом для каждого закона использовать 100%,

80% и 60% входных данных (то есть в массивах {Хi} использовать n = 30, 24 и 18 элементов).

*Примечание*: для каждого значения n следует генерировать и сортировать новые массивы.

1. Если B>n, оценить значения средних времен Xj , j=n+1,n+2…, n+k до обнаружения k<= 5 следующих ошибок и общее время на выполнение тестирования.
2. Результаты вычислений представить в виде двух таблиц, одна из которых содержит оценки первоначального числа ошибок, а другая – оценки полных времен проведения тестирования - для разных законов распределения времен между отказами и разного числа используемых данных.
3. Сравнить и объяснить результаты, полученные для различных законов распределения времени между соседними отказами и различного числа используемых для анализа данных.

Ход работы

1. Равномерный закон распределения a. 100 % при n = 30

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 0.184 | 0.648 | 1.327 | 5.011 | 5.878 | 7.066 | 7.996 | 8.357 | 10.486 | 10.719 |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| 10.850 | 10.970 | 11.400 | 11.536 | 11.753 | 11.905 | 12.027 | 12.347 | 12.481 | 12.878 |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| 13.851 | 14.131 | 14.356 | 14.957 | 15.925 | 16.190 | 17.589 | 17.643 | 18.670 | 19.876 |

Проверка существования максимума:

𝑛 + 1

𝐴 >

∑𝑛

2 = 15.5

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝐴 =

𝑖=1 = 19.136

𝑛

∑

𝑖=1

𝑋𝑖

Найдем m >= n + 1

19.136 > 15.5

𝑛 1

𝑓𝑛(𝑚) = ∑

𝑖=1

𝑚 − 𝑖

𝑛

𝑔𝑛(𝑚, 𝐴) =

𝑚 − 𝐴

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **m** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** |
| **f** | 3.995 | 3.027 | 2.558 | 2.255 | 2.035 | 1.863 | 1.725 | 1.609 | 1.510 | 1.425 |
| **g** | 2.529 | 2.332 | 2.164 | 2.018 | 1.891 | 1.779 | 1.679 | 1.590 | 1.510 | 1.438 |
| **| f – g |** | 1.466 | 0.695 | 0.395 | 0.237 | 0.144 | 0.085 | 0.045 | 0.018 | 0.000 | 0.013 |

Минимум при m = 39, B = 39 – 1 = 38

𝐾 = 𝑛

= 𝑛

= 0.004455

∑𝑛 (B̂−i+1)∗ 𝑋𝑖

(B̂+1)∗ ∑𝑛 ∗ 𝑋𝑖− ∑𝑛

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝑖=1

Среднее время X̂𝑛+1

𝑖=1

𝑖=1

X̂𝑛+1

1

=

Ẑ(𝑡𝑛)

1

= 𝐾̂(B̂ − 𝑛 )

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **i** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** |
| 𝐗̂𝒊 | 28.059 | 32.067 | 37.412 | 44.894 | 56.118 | 74.824 | 112.235 | 224.471 |

Время до полного завершения тестирования: 610.08 Полное время тестирования: 949.087

* 1. 80 % при n = 24

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 0.708 | 1.566 | 2.632 | 2.893 | 3.827 | 4.151 | 4.418 | 4.814 | 5.257 | 6.269 |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| 6.323 | 7.749 | 9.545 | 10.467 | 10.967 | 12.624 | 13.794 | 13.997 | 15.516 | 16.390 |
| **21** | **22** | **23** | **24** |  |  |  |  |  |  |
| 16.618 | 16.851 | 19.504 | 19.588 |  |  |  |  |  |  |

Проверка существования максимума:

𝑛 + 1

𝐴 >

∑𝑛

2 = 12.5

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝐴 =

𝑖=1 = 16.752

𝑛

∑

𝑖=1

𝑋𝑖

Найдем m >= n + 1

16.752 > 12.5

𝑛 1

𝑓𝑛(𝑚) = ∑

𝑖=1

𝑚 − 𝑖

𝑛

𝑔𝑛(𝑚, 𝐴) =

𝑚 − 𝐴

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **m** | **25** | **26** | **27** | **28** |
| **f** | 3.776 | 2.816 | 2.354 | 2.058 |
| **g** | 2.910 | 2.595 | 2.342 | 2.134 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **| f – g |** | 0.866 | 0.221 | 0.012 | 0.076 |

Минимум при m = 27, B = 27 – 1 = 26

𝐾 = 𝑛

= 𝑛

= 0.010342

∑𝑛 (B̂−i+1)∗ 𝑋𝑖

(B̂+1)∗ ∑𝑛 ∗ 𝑋𝑖− ∑𝑛

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝑖=1

Среднее время X̂𝑛+1

𝑖=1

𝑖=1

X̂𝑛+1

1

=

Ẑ(𝑡𝑛)

1

= 𝐾̂(B̂ − 𝑛 )

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **i** | **31** | **32** |
| 𝐗̂𝒊 | 48.349 | 96.698 |

Время до полного завершения тестирования: 145.046 Полное время тестирования: 371.514

* 1. 60 % при n = 18

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1.002 | 1.162 | 1.257 | 2.619 | 2.721 | 3.760 | 9.988 | 11.263 | 12.410 | 13.045 |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** |  |  |
| 13.639 | 14.200 | 16.232 | 16.616 | 18.483 | 18.651 | 18.904 | 19.728 |  |  |

Проверка существования максимума:

𝑛 + 1

𝐴 >

∑𝑛

2 = 9.5

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝐴 =

𝑖=1 = 12.633

𝑛

∑

𝑖=1

𝑋𝑖

Найдем m >= n + 1

12.633 > 9.5

𝑛 1

𝑓𝑛(𝑚) = ∑

𝑖=1

𝑚 − 𝑖

𝑛

𝑔𝑛(𝑚, 𝐴) =

𝑚 − 𝐴

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **m** | **19** | **20** | **21** | **22** |
| **f** | 3.495 | 2.548 | 2.098 | 1.812 |
| **g** | 2.827 | 2.443 | 2.151 | 1.922 |
| **| f – g |** | 0.668 | 0.104 | 0.054 | 0.110 |

Минимум при m = 21, B = 21 – 1 = 20

𝐾 = 𝑛

= 𝑛

= 0.010995

∑𝑛 (B̂−i+1)∗ 𝑋𝑖

(B̂+1)∗ ∑𝑛 ∗ 𝑋𝑖− ∑𝑛

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝑖=1

Среднее время X̂𝑛+1

𝑖=1

𝑖=1

X̂𝑛+1

1

=

Ẑ(𝑡𝑛)

1

= 𝐾̂(B̂ − 𝑛 )

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **i** | **19** | **20** |
| 𝐗̂𝒊 | 45.477 | 90.954 |

Время до полного завершения тестирования: 136.432 Полное время тестирования: 332.112

1. Экспоненциальный закон распределения a. 100 % при n = 30

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 0.386 | 1.610 | 1.639 | 2.273 | 2.423 | 3.340 | 3.952 | 6.698 | 6.703 | 7.003 |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| 7.227 | 9.353 | 9.422 | 9.514 | 10.249 | 10.368 | 11.830 | 12.785 | 14.103 | 15.706 |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| 15.791 | 16.402 | 16.677 | 17.028 | 22.811 | 25.593 | 26.834 | 29.984 | 34.657 | 34.834 |

Проверка существования максимума:

𝑛 + 1

𝐴 > 2 = 15.5

∑𝑛

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝐴 =

𝑖=1 = 21.633

𝑛

∑

𝑖=1

𝑋𝑖

Найдем m >= n + 1

21.633 > 15.5

𝑛 1

𝑓𝑛(𝑚) = ∑

𝑖=1

𝑚 − 𝑖

𝑛

𝑔𝑛(𝑚, 𝐴) =

𝑚 − 𝐴

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **m** | **31** | **32** | **33** | **34** |
| **f** | 3.995 | 3.027 | 2.558 | 2.255 |
| **g** | 3.203 | 2.894 | 2.639 | 2.426 |
| **| f – g |** | 0.792 | 0.133 | 0.081 | 0.170 |

Минимум при m = 33, B = 33 – 1 = 32

𝐾 = 𝑛

= 𝑛

= 0.006816

∑𝑛 (B̂−i+1)∗ 𝑋𝑖

(B̂+1)∗ ∑𝑛 ∗ 𝑋𝑖− ∑𝑛

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝑖=1

Среднее время X̂𝑛+1

𝑖=1

𝑖=1

X̂𝑛+1

1

=

Ẑ(𝑡𝑛)

1

= 𝐾̂(B̂ − 𝑛 )

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **i** | **31** | **32** |
| 𝐗̂𝒊 | 73.353 | 146.706 |

Время до полного завершения тестирования: 220.059 Полное время тестирования: 607.254

* 1. 80 % при n = 24

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 0.105 | 0.333 | 0.515 | 1.042 | 1.407 | 2.718 | 2.853 | 3.602 | 5.084 | 5.552 |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| 7.200 | 7.732 | 7.972 | 8.014 | 10.184 | 10.202 | 10.544 | 10.591 | 17.534 | 22.207 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **21** | **22** | **23** | **24** |  |  |  |  |  |  |
| 24.503 | 31.358 | 34.233 | 34.856 |  |  |  |  |  |  |

Проверка существования максимума:

𝑛 + 1

𝐴 >

∑𝑛

2 = 12.5

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝐴 =

𝑖=1 = 18.665

𝑛

∑

𝑖=1

𝑋𝑖

Найдем m >= n + 1

18.665 > 12.5

𝑛 1

𝑓𝑛(𝑚) = ∑

𝑖=1

𝑚 − 𝑖

𝑛

𝑔𝑛(𝑚, 𝐴) =

𝑚 − 𝐴

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **m** | **25** | **26** |
| **f** | 3.776 | 2.816 |
| **g** | 3.788 | 3.272 |
| **| f – g |** | 0.012 | 0.456 |

Минимум при m = 25, B = 25 – 1 = 24

𝐾 = 𝑛

= 𝑛

= 0.014552

∑𝑛 (B̂−i+1)∗ 𝑋𝑖

(B̂+1)∗ ∑𝑛 ∗ 𝑋𝑖− ∑𝑛

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝑖=1

Среднее время X̂𝑛+1

𝑖=1

𝑖=1

X̂𝑛+1

1

=

Ẑ(𝑡𝑛)

1

= 𝐾̂(B̂ − 𝑛 )

|  |
| --- |
| **i** |
| 𝐗̂𝒊 |

Время до полного завершения тестирования: 0 Полное время тестирования: 260.341

* 1. 60 % при n = 18

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 0.191 | 0.868 | 1.162 | 1.183 | 1.517 | 2.444 | 2.466 | 2.467 | 2.480 | 3.363 |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** |  |  |
| 4.016 | 6.291 | 7.278 | 10.240 | 10.905 | 11.263 | 15.856 | 19.672 |  |  |

Проверка существования максимума:

𝑛 + 1

𝐴 >

∑𝑛

2 = 9.5

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝐴 =

𝑖=1 = 13.992

𝑛

∑

𝑖=1

𝑋𝑖

Найдем m >= n + 1

13.992 > 9.5

𝑛 1

𝑓𝑛(𝑚) = ∑

𝑖=1

𝑚 − 𝑖

𝑛

𝑔𝑛(𝑚, 𝐴) =

𝑚 − 𝐴

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **m** | **19** | **20** |
| **f** | 3.495 | 2.548 |
| **g** | 3.594 | 2.996 |
| **| f – g |** | 0.099 | 0.448 |

Минимум при m = 19, B = 19 – 1 = 18

𝐾 = 𝑛

= 𝑛

= 0.034671

∑𝑛 (B̂−i+1)∗ 𝑋𝑖

(B̂+1)∗ ∑𝑛 ∗ 𝑋𝑖− ∑𝑛

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝑖=1

Среднее время X̂𝑛+1

𝑖=1

𝑖=1

X̂𝑛+1

1

=

Ẑ(𝑡𝑛)

1

= 𝐾̂(B̂ − 𝑛 )

|  |
| --- |
| **i** |
| 𝐗̂𝒊 |

Время до полного завершения тестирования: 0 Полное время тестирования: 103.662

1. Релеевский закон распределения a. 100 % при n = 30

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1.193 | 1.526 | 3.579 | 4.404 | 5.061 | 5.381 | 6.572 | 6.743 | 6.841 | 7.145 |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| 7.232 | 7.238 | 7.272 | 7.422 | 7.672 | 8.250 | 8.779 | 8.933 | 10.000 | 11.575 |
| **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| 12.277 | 12.443 | 12.574 | 13.753 | 13.788 | 14.588 | 15.439 | 17.254 | 20.158 | 21.544 |

Проверка существования максимума:

𝑛 + 1

𝐴 >

∑𝑛

2 = 15.5

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝐴 =

𝑖=1 = 19.789

𝑛

∑

𝑖=1

𝑋𝑖

Найдем m >= n + 1

19.789 > 15.5

𝑛 1

𝑓𝑛(𝑚) = ∑

𝑖=1

𝑚 − 𝑖

𝑛

𝑔𝑛(𝑚, 𝐴) =

𝑚 − 𝐴

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **m** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** |
| **f** | 3.995 | 3.027 | 2.558 | 2.255 | 2.035 | 1.863 | 1.725 |
| **g** | 2.676 | 2.457 | 2.271 | 2.111 | 1.972 | 1.851 | 1.743 |
| **| f – g |** | 1.319 | 0.570 | 0.288 | 0.144 | 0.063 | 0.013 | 0.019 |

Минимум при m = 36, B = 36 – 1 = 35

𝐾 = 𝑛

= 𝑛

= 0.006456

∑𝑛 (B̂−i+1)∗ 𝑋𝑖

(B̂+1)∗ ∑𝑛 ∗ 𝑋𝑖− ∑𝑛

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝑖=1

Среднее время X̂𝑛+1

𝑖=1

𝑖=1

X̂𝑛+1

1

=

Ẑ(𝑡𝑛)

1

= 𝐾̂(B̂ − 𝑛 )

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **i** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** |
| 𝐗̂𝒊 | 30.977 | 38.721 | 51.629 | 77.443 | 154.886 |

Время до полного завершения тестирования: 353.656 Полное время тестирования: 640.292

* 1. 80 % при n = 24

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1.814 | 2.004 | 2.270 | 2.501 | 3.156 | 5.907 | 6.108 | 7.745 | 9.358 | 9.815 |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| 10.252 | 10.313 | 11.157 | 11.488 | 11.984 | 12.498 | 13.526 | 15.077 | 15.384 | 16.395 |
| **21** | **22** | **23** | **24** |  |  |  |  |  |  |
| 17.437 | 17.689 | 19.999 | 22.261 |  |  |  |  |  |  |

Проверка существования максимума:

𝑛 + 1

𝐴 >

∑𝑛

2 = 12.5

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝐴 =

𝑖=1 = 16.219

𝑛

∑

𝑖=1

𝑋𝑖

Найдем m >= n + 1

16.219 > 12.5

𝑛 1

𝑓𝑛(𝑚) = ∑

𝑖=1

𝑚 − 𝑖

𝑛

𝑔𝑛(𝑚, 𝐴) =

𝑚 − 𝐴

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **m** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **f** | 3.776 | 2.816 | 2.354 | 2.058 | 1.844 |
| **g** | 2.733 | 2.454 | 2.226 | 2.037 | 1.878 |
| **| f – g |** | 1.043 | 0.362 | 0.128 | 0.021 | 0.034 |

Минимум при m = 28, B = 28 – 1 = 27

𝐾 = 𝑛

= 𝑛

= 0.007953

∑𝑛 (B̂−i+1)∗ 𝑋𝑖

(B̂+1)∗ ∑𝑛 ∗ 𝑋𝑖− ∑𝑛

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝑖=1

Среднее время X̂𝑛+1

𝑖=1

𝑖=1

X̂𝑛+1

1

=

Ẑ(𝑡𝑛)

1

= 𝐾̂(B̂ − 𝑛 )

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **i** | **25** | **26** | **27** |
| 𝐗̂𝒊 | 41.912 | 62.869 | 125.737 |

Время до полного завершения тестирования: 230.518 Полное время тестирования: 486.656

* 1. 60 % при n = 18

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1.922 | 2.241 | 3.708 | 5.362 | 6.213 | 6.752 | 7.031 | 7.991 | 9.677 | 10.020 |
| **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** |  |  |
| 10.723 | 15.219 | 15.269 | 16.783 | 18.665 | 18.683 | 19.630 | 19.890 |  |  |

Проверка существования максимума:

𝑛 + 1

𝐴 >

∑𝑛

2 = 9.5

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝐴 =

𝑖=1 = 12.339

𝑛

∑

𝑖=1

𝑋𝑖

Найдем m >= n + 1

12.339 > 9.5

𝑛 1

𝑓𝑛(𝑚) = ∑

𝑖=1

𝑚 − 𝑖

𝑔𝑛(𝑚, 𝐴) =

𝑛

𝑚 − 𝐴

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **m** | **19** | **20** | **21** | **22** |
| **f** | 3.495 | 2.548 | 2.098 | 1.812 |
| **g** | 2.702 | 2.349 | 2.078 | 1.863 |
| **| f – g |** | 0.793 | 0.198 | 0.020 | 0.051 |

Минимум при m = 21, B = 21– 1 = 20

𝐾 = 𝑛

= 𝑛

= 0.010615

∑𝑛 (𝐵̂−𝑖+1)∗ 𝑋𝑖

(𝐵̂+1)∗ ∑𝑛 ∗ 𝑋𝑖− ∑𝑛

𝑖 ∗ 𝑋𝑖

𝑖=1

Среднее время X̂𝑛+1

𝑖=1

𝑖=1

X̂𝑛+1

1

=

Ẑ(𝑡𝑛)

1

= 𝐾̂(𝐵̂ − 𝑛 )

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **i** | **19** | **20** |
| 𝐗̂𝒊 | 47.103 | 94.205 |

Время до полного завершения тестирования: 141.308 Полное время тестирования: 337.087

1. Результаты
   1. Оценка первоначального числа ошибок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Равномерный | Экспоненциальный | Релеевский |
| n = 30 | 38 | 32 | 35 |
| n = 24 | 26 | 24 | 27 |
| n = 18 | 20 | 18 | 20 |

* 1. Оценка полного времени проведения тестирования

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Равномерный | Экспоненциальный | Релеевский |
| n = 30 | 949.087 | 607.254 | 640.292 |
| n = 24 | 371.514 | 260.341 | 486.656 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| n = 18 | 332.112 | 103.662 | 337.087 |

* 1. Экспоненциальный закон распределения показывает наилучшие результаты по двум оценкам сразу при любых входных данных, так как по предположению модели Джелински-Моранды время до следующего отказа программы распределено экспоненциально.

Релеевское распределение демонстрирует наихудшие результаты полного времени проведения тестирования при 60% и 80% входных данных, однако в плане оценки первоначального числа ошибок сравнимо с равномерным. При 100% входных данных наихудший результат показывает равномерное распределение по двум оценкам сразу.

Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы было выполнено исследование показателей надежности программ, характеризуемых моделью обнаружения ошибок.