

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МО ЭВМ

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №5
по дисциплине «Качество и метрология программного обеспечения»
Тема: «Оценка параметров надежности программ по временным
моделям обнаружения ошибок»

Студент гр. 7304

Абдульманов Э.М

Преподаватель

Ефремов М.А.

Санкт-Петербург

2021

Задание:

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 $\{X_i\}$, где X_i – случайное значение *интервала между соседними (i-1)-ой и i-ой ошибками* ($i=[1,30]$, также смотри примечание в п.3), в соответствии с:
 - a. равномерным законом распределения в интервале $[0,20]$; при этом средний интервал между ошибками будет $m_{\text{равн}} = 10$, СКО $s_{\text{равн}} = 20/(2*\sqrt{3}) = 5.8$.
 - b. экспоненциальным законом распределения: $W(y) = b*\exp(-b*y)$, $y \geq 0$, с параметром $b=0.1$ и соответственно $m_{\text{эсп}}=s_{\text{эсп}}= 1/b=10$. 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]: $Y = -\ln(t) / b$
 - c. релеевским законом распределения: $W(y) = (y/c^2)*\exp(-y^2/(2*c^2))$, $y \geq 0$, с параметром $c=8.0$ и соответственно $m_{\text{рел}} = c*\sqrt{\pi/2}$, $s_{\text{рел}}= c*\sqrt{2-\pi/2}$. 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]: $Y = c * \sqrt{-2*\ln(t)}$.
2. Каждый из 3-х массивов $\{X_i\}$ интервалов времени между соседними ошибками упорядочить по возрастанию.
3. Для каждого из 3-х массивов $\{X_i\}$ оценить значение первоначального числа ошибок в программе В. При этом для каждого закона использовать 100%,

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

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

4. Если $V > n$, оценить значения средних времен X_j , $j = n+1, n+2, \dots, n+k$ до обнаружения $k \leq 5$ следующих ошибок и общее время на выполнение тестирования.
5. 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.
6. 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

а. Равномерный закон распределения (100% входных данных)

| i | X | i | X | i | X |
|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 1 | 0,560 | 11 | 6,886 | 21 | 14,004 |
| 2 | 2,057 | 12 | 7,616 | 22 | 14,120 |
| 3 | 2,080 | 13 | 7,825 | 23 | 16,362 |
| 4 | 2,454 | 14 | 9,561 | 24 | 16,735 |
| 5 | 3,130 | 15 | 9,659 | 25 | 17,027 |
| 6 | 3,551 | 16 | 10,048 | 26 | 17,424 |
| 7 | 4,597 | 17 | 11,503 | 27 | 18,114 |
| 8 | 6,525 | 18 | 12,907 | 28 | 18,667 |
| 9 | 6,528 | 19 | 13,808 | 29 | 19,252 |
| 10 | 6,816 | 20 | 13,917 | 30 | 19,811 |

Проверка существования максимума:

$$A > \frac{n+1}{2} = 15.5$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n i * X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} = 20,321$$

$$20,321 > 15.5$$

Поиск m

$$f_n(m) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m-i}$$

$$g_n(m, A) = \frac{n}{m-A}$$

| m | f | g | f-g |
|-----------|----------|----------|----------------|
| 31 | 3,994987 | 2,809382 | 1,185605 |
| 32 | 3,027245 | 2,568822 | 0,458423 |

| | | | |
|-----------|----------|----------|----------|
| 33 | 2,558495 | 2,36621 | 0,192286 |
| 34 | 2,255465 | 2,193222 | 0,062243 |
| 35 | 2,034877 | 2,043805 | 0,008928 |
| 36 | 1,863448 | 1,913448 | 0,05 |

Минимум при $m=35$, $B = m-1=34$

$$K = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\hat{B}-i+1) * X_i} = \frac{n}{(\hat{B}+1) * \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n i * X_i} = 0,006518364$$

Среднее время \hat{X}_{n+1}

$$\hat{X}_{n+1} = \frac{1}{\hat{Z}(t_n)} = \frac{1}{\hat{K}(\hat{B} - n)}$$

| i | X |
|-----------|-------------|
| 31 | 38,35318391 |
| 32 | 51,13757855 |
| 33 | 76,70636782 |
| 34 | 153,4127356 |

Время до полного завершения тестирования: 319,6098659 дней

Полное время тестирования: 633,156 дней

в. Равномерный закон распределения (80% входных данных)

| i | X | i | X | i | X |
|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 1 | 0,140 | 9 | 7,503 | 17 | 13,110 |
| 2 | 2,235 | 10 | 8,004 | 18 | 13,427 |
| 3 | 2,443 | 11 | 8,082 | 19 | 15,686 |
| 4 | 3,628 | 12 | 8,659 | 20 | 16,842 |
| 5 | 4,969 | 13 | 8,998 | 21 | 16,971 |
| 6 | 5,144 | 14 | 9,279 | 22 | 17,993 |
| 7 | 5,451 | 15 | 10,164 | 23 | 19,607 |
| 8 | 6,818 | 16 | 10,966 | 24 | 19,673 |

Проверка существования максимума:

$$A > \frac{n+1}{2} = 12.5,$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n i * X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} = 16,39,$$

$$16.39 > 12.5$$

Поиск m

$$f_n(m) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m-i}$$

$$g_n(m, A) = \frac{n}{m-A}$$

| m | f | g | f-g |
|-----------|----------|----------|--------------|
| 25 | 3,73429 | 2,787719 | 0,946572 |
| 26 | 2,77596 | 2,49761 | 0,278349 |
| 27 | 2,31596 | 2,26219 | 0,053768 |
| 28 | 2,02109 | 2,067328 | 0,046242 |
| 29 | 1,80812 | 1,903374 | 0,09525 |

Минимум при m=28, B = m-1=27

$$K = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\hat{B}-i+1) * X_i} = \frac{n}{(\hat{B}+1) * \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n i * X_i} = 0,008767621$$

Среднее время \hat{X}_{n+1}

$$\hat{X}_{n+1} = \frac{1}{\hat{Z}(t_n)} = \frac{1}{\hat{K}(\hat{B} - n)}$$

| i | X |
|-----------|-------------|
| 25 | 38,01867493 |
| 26 | 57,0280124 |
| 27 | 114,0560248 |

Время до полного завершения тестирования: 209,1027121 дней

Полное время тестирования: 444,894 дней

с. Равномерный закон распределения (60% входных данных)

| i | X | i | X | i | X |
|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 1 | 1,830 | 7 | 3,791 | 13 | 14,619 |
| 2 | 2,470 | 8 | 4,685 | 14 | 15,670 |
| 3 | 2,957 | 9 | 9,257 | 15 | 17,434 |
| 4 | 3,136 | 10 | 11,999 | 16 | 17,916 |
| 5 | 3,161 | 11 | 13,104 | 17 | 19,122 |
| 6 | 3,457 | 12 | 14,235 | 18 | 19,830 |

Проверка существования максимума:

$$A > \frac{n+1}{2} = 10.5,$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n i * X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} = 12,79,$$

$$12,79 > 10.5$$

Поиск m

$$f_n(m) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m-i}$$

$$g_n(m, A) = \frac{n}{m-A}$$

| m | f | g | f-g |
|-----------|----------|----------|--------------|
| 19 | 3,43955 | 2,902191 | 0,537361 |
| 20 | 2,49511 | 2,499233 | 0,004125 |
| 21 | 2,04774 | 2,194531 | 0,146791 |

Минимум при m=20, B = m-1=19

$$K = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\hat{B}-i+1) * X_i} = \frac{n}{(\hat{B}+1) * \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n i * X_i} = 0,013987743$$

Среднее время \hat{X}_{n+1}

$$\hat{X}_{n+1} = \frac{1}{\hat{Z}(t_n)} = \frac{1}{\hat{K}(\hat{B} - n)}$$

| i | X |
|-----------|-------------|
| 19 | 71,49116358 |

Время до полного завершения тестирования: 71,49116358 дней

Полное время тестирования: 250,164 дней

2. Экспоненциальный закон

а. Экспоненциальный закон распределения (100% входных данных)

| i | X | i | X | i | X |
|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 1 | 0,132 | 11 | 2,684 | 21 | 8,956 |
| 2 | 0,194 | 12 | 3,529 | 22 | 9,026 |
| 3 | 0,317 | 13 | 4,491 | 23 | 9,940 |
| 4 | 0,715 | 14 | 4,834 | 24 | 11,475 |
| 5 | 0,853 | 15 | 5,176 | 25 | 11,621 |
| 6 | 0,968 | 16 | 5,558 | 26 | 16,931 |
| 7 | 1,429 | 17 | 6,416 | 27 | 17,042 |
| 8 | 1,474 | 18 | 6,532 | 28 | 21,556 |
| 9 | 2,618 | 19 | 7,983 | 29 | 22,608 |
| 10 | 2,640 | 20 | 8,901 | 30 | 33,550 |

Проверка существования максимума:

$$A > \frac{n+1}{2} = 15.5,$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n i * X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} = 23,264,$$

$$23,264 > 15.5$$

Поиск m

$$f_n(m) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m-i}$$

$$g_n(m, A) = \frac{n}{m-A}$$

| m | f | g | f-g |
|-----------|----------|----------|--------------|
| 31 | 3,99499 | 3,878105 | 0,116882 |
| 32 | 3,02725 | 3,434169 | 0,406924 |

Минимум при m=31, B = m-1=30

$$K = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\hat{B}-i+1) * X_i} = \frac{n}{(\hat{B}+1) * \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n i * X_i} = 0,016850471$$

Среднее время \hat{X}_{n+1}

$$\hat{X}_{n+1} = \frac{1}{\hat{Z}(t_n)} = \frac{1}{\hat{K}(\hat{B} - n)}$$

| i | X |
|----------|----------|
|----------|----------|

Время до полного завершения тестирования: 0 дней

Полное время тестирования: 230,148 дней

в. Экспоненциальный закон распределения (80% входных данных)

| i | X | i | X | i | X |
|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 1 | 0,632 | 9 | 5,204 | 17 | 16,270 |
| 2 | 0,843 | 10 | 5,993 | 18 | 20,118 |
| 3 | 0,999 | 11 | 6,918 | 19 | 20,216 |
| 4 | 1,522 | 12 | 9,892 | 20 | 20,497 |
| 5 | 1,781 | 13 | 10,976 | 21 | 21,719 |
| 6 | 3,808 | 14 | 11,493 | 22 | 22,369 |
| 7 | 4,145 | 15 | 13,335 | 23 | 29,956 |
| 8 | 5,045 | 16 | 14,334 | 24 | 39,553 |

Проверка существования максимума:

$$A > \frac{n+1}{2} = 12.5,$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n i * X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} = 17.96,$$

$$17.96 > 12.5$$

Поиск m

$$f_n(m) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m-i}$$

$$g_n(m, A) = \frac{n}{m-A}$$

| m | f | g | f-g |
|-----------|----------|----------|--------------|
| 25 | 3,77596 | 3,41024 | 0,365718 |
| 26 | 2,81596 | 2,985956 | 0,169998 |
| 27 | 2,35442 | 2,655564 | 0,301144 |

Минимум при m=26, B = m-1=25

$$K = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\hat{B}-i+1) * X_i} = \frac{n}{(\hat{B}+1) * \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n i * X_i} = 0,010381652$$

Среднее время \hat{X}_{n+1}

$$\hat{X}_{n+1} = \frac{1}{\hat{Z}(t_n)} = \frac{1}{\hat{K}(\hat{B} - n)}$$

| i | X |
|-----------|----------|
| 25 | 96.324 |

Время до полного завершения тестирования: 96.324 дней

Полное время тестирования: 383.94 дней

с. Экспоненциальный закон распределения (60% входных данных)

| i | X | i | X | i | X |
|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 1 | 0,495 | 7 | 2,417 | 13 | 6,591 |
| 2 | 0,551 | 8 | 2,771 | 14 | 7,339 |
| 3 | 1,374 | 9 | 4,932 | 15 | 7,545 |
| 4 | 1,943 | 10 | 5,132 | 16 | 9,934 |
| 5 | 2,049 | 11 | 5,439 | 17 | 16,448 |

| | | | | | |
|----------|-------|-----------|-------|-----------|--------|
| 6 | 2,282 | 12 | 5,599 | 18 | 34,921 |
|----------|-------|-----------|-------|-----------|--------|

Проверка существования максимума:

$$A > \frac{n+1}{2} = 10.5,$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n i * X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} = 14,16,$$

$$14.16 > 10.5$$

Поиск m

$$f_n(m) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m-i}$$

$$g_n(m, A) = \frac{n}{m-A}$$

| m | f | g | f-g |
|-----------|----------|----------|--------------|
| 19 | 3,43955 | 3,722082 | 0,282529 |
| 20 | 2,49511 | 3,084303 | 0,589195 |

Минимум при m=19, B = m-1=18

$$K = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\hat{B}-i+1) * X_i} = \frac{n}{(\hat{B}+1) * \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n i * X_i} = 0,026190871$$

Среднее время \hat{X}_{n+1}

$$\hat{X}_{n+1} = \frac{1}{\hat{Z}(t_n)} = \frac{1}{\hat{K}(\hat{B} - n)}$$

| | |
|---|---|
| i | X |
|---|---|

Время до полного завершения тестирования: 0 дней

Полное время тестирования: 117,763 дней

3. Релеевский закон

а. Релеевский закон распределения (100% входных данных)

| i | X | i | X | i | X |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 1 | 1,64345325 | 11 | 7,357717055 | 21 | 13,35341112 |
| 2 | 2,363375212 | 12 | 8,491444403 | 22 | 14,36326981 |
| 3 | 3,536264439 | 13 | 8,809861527 | 23 | 14,4156172 |
| 4 | 4,213710817 | 14 | 8,84816184 | 24 | 14,50215098 |
| 5 | 4,623835588 | 15 | 9,443631458 | 25 | 14,6427296 |
| 6 | 5,34213583 | 16 | 9,822786923 | 26 | 14,97314256 |
| 7 | 5,432172757 | 17 | 12,40026137 | 27 | 15,29103074 |
| 8 | 5,90983316 | 18 | 12,41424536 | 28 | 15,65302446 |
| 9 | 6,17725322 | 19 | 13,22806442 | 29 | 17,99089439 |
| 10 | 6,414533215 | 20 | 13,27904399 | 30 | 20,83104293 |

Проверка существования максимума:

$$A > \frac{n+1}{2} = 15.5,$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n i * X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} = 19,6,$$

$$19.6 > 15.5$$

Поиск m

$$f_n(m) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m-i}$$

$$g_n(m, A) = \frac{n}{m-A}$$

| m | f | g | f-g |
|-----------|----------|----------|--------------|
| 31 | 3,99499 | 2,632658 | 1,362329 |
| 32 | 3,02725 | 2,420267 | 0,606979 |
| 33 | 2,55850 | 2,239587 | 0,318908 |

| | | | |
|-----------|---------|----------|----------|
| 34 | 2,25548 | 2,084009 | 0,171456 |
| 35 | 2.03488 | 1.94864 | 0,085195 |
| 36 | 1.86345 | 1.82979 | 0.033658 |
| 37 | 1.72456 | 1.7246 | 0.000417 |
| 38 | 1.60873 | 1.63085 | 0.022119 |

Минимум при m=37, B = m-1=36

$$K = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\hat{B}-i+1) * X_i} = \frac{n}{(\hat{B}+1) * \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n i * X_i} = 0.00564022$$

Среднее время \hat{X}_{n+1}

$$\hat{X}_{n+1} = \frac{1}{\hat{Z}(t_n)} = \frac{1}{\hat{K}(\hat{B} - n)}$$

| i | X |
|-----------|----------|
| 31 | 29.5496 |
| 32 | 35.4596 |
| 33 | 44.3245 |
| 34 | 59.0993 |
| 35 | 88.6489 |
| 36 | 177.298 |

Время до полного завершения тестирования: 434.379 дней

Полное время тестирования: 740.148 дней

в. Релеевский закон распределения (80% входных данных)

| i | X | i | X | i | X |
|----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 1 | 4,168109941 | 9 | 9,542024716 | 17 | 13,39593325 |
| 2 | 5,323591866 | 10 | 10,2109797 | 18 | 14,07593266 |
| 3 | 5,463333457 | 11 | 11,21047503 | 19 | 14,08691765 |
| 4 | 6,849758107 | 12 | 11,36078201 | 20 | 14,48482429 |

| | | | | | |
|----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 5 | 7,047148083 | 13 | 11,50005135 | 21 | 16,15767341 |
| 6 | 7,819801612 | 14 | 12,19299496 | 22 | 17,75708856 |
| 7 | 8,338996136 | 15 | 12,28341839 | 23 | 19,81482098 |
| 8 | 8,712173707 | 16 | 12,55372126 | 24 | 23,80947744 |

Проверка существования максимума:

$$A > \frac{n+1}{2} = 12.5,$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n i * X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} = 15.16,$$

$$15.16 > 12.5$$

Поиск m

$$f_n(m) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m-i}$$

$$g_n(m, A) = \frac{n}{m-A}$$

| m | f | g | f-g |
|-----------|----------|----------|--------------|
| 25 | 3,77596 | 2,439426 | 1,336533 |
| 26 | 2,81596 | 2,214353 | 0,601605 |
| 27 | 2,35442 | 2,027304 | 0,327116 |
| 28 | 2,05812 | 1,869395 | 0,188729 |
| 29 | 1,84384 | 1,734307 | 0,109531 |
| 30 | 1,67832 | 1,617427 | 0,060893 |
| 31 | 1,54499 | 1,515306 | 0,029681 |
| 32 | 1,43439 | 1,425315 | 0,009073 |
| 33 | 1,34064 | 1,34541 | 0,009072 |
| 34 | 1,25983 | 1,27399 | 0,014164 |

Минимум при m=33, B = m-1=32

$$K = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\hat{B}-i+1) * X_i} = \frac{n}{(\hat{B}+1) * \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n i * X_i} = 0,0048368$$

Среднее время \hat{X}_{n+1}

$$\hat{X}_{n+1} = \frac{1}{\hat{Z}(t_n)} = \frac{1}{\hat{K}(\hat{B} - n)}$$

| i | X |
|-----------|----------|
| 25 | 25.8434 |
| 26 | 29.5353 |
| 27 | 34.4578 |
| 28 | 41.3494 |
| 29 | 51.6867 |
| 30 | 68.9156 |
| 31 | 103.373 |
| 32 | 206.747 |

Время до полного завершения тестирования: 561.908432 дней

Полное время тестирования: 840.068 дней

с. Релеевский закон распределения (60% входных данных)

| i | X | i | X | i | X |
|----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 1 | 2,809937771 | 7 | 3,869159127 | 13 | 11,77365374 |
| 2 | 3,137318549 | 8 | 3,881286215 | 14 | 12,24976574 |
| 3 | 3,462470474 | 9 | 4,335660671 | 15 | 13,40296909 |
| 4 | 3,464435992 | 10 | 6,937653944 | 16 | 13,54969489 |
| 5 | 3,628612803 | 11 | 7,268823317 | 17 | 13,65591852 |
| 6 | 3,711936843 | 12 | 8,610392556 | 18 | 27,16981516 |

Проверка существования максимума:

$$A > \frac{n+1}{2} = 9.5,$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n i * X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} = 12.84,$$

$$12.84 > 9.5$$

Поиск m

$$f_n(m) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m-i}$$

$$g_n(m, A) = \frac{n}{m - A}$$

| m | f | g | f-g |
|-----------|----------|----------|--------------|
| 19 | 3,49511 | 2,92438 | 0,570727 |
| 20 | 2,54744 | 2,51567 | 0,032068 |
| 21 | 2,09774 | 2,20719 | 0.109455 |

Минимум при m=20, B = m-1=19

$$K = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\hat{B}-i+1) * X_i} = \frac{n}{(\hat{B}+1) * \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n i * X_i} = 0,017122$$

Среднее время \hat{X}_{n+1}

$$\hat{X}_{n+1} = \frac{1}{\hat{Z}(t_n)} = \frac{1}{\hat{K}(\hat{B} - n)}$$

| i | X |
|-----------|----------|
| 19 | 58.4017 |

Время до полного завершения тестирования: 58ю40171528 дней

Полное время тестирования: 205.32122 дней

4. Полученные результаты

Оценка первоначального числа ошибок

| Закон распределения | n = 30 | n = 24 | n = 18 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | |

| | | | |
|-------------------------|----|----|----|
| Равномерный | 34 | 27 | 19 |
| Экспоненциальный | 30 | 25 | 18 |
| Релеевский | 36 | 32 | 19 |

Оценка полного времени проведения тестирования

| Закон распределения | n = 30 | n = 24 | n = 18 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Равномерный | 633,156 | 444,894 | 250,164 |
| Экспоненциальный | 230,148 | 383,94 | 117,763 |
| Релеевский | 740,148 | 840.068 | 205,321 |

Выводы:

В результате выполнения данной лабораторной работы было выполнено исследование показателей надежности программ, характеризуемых моделью обнаружения ошибок Джелински-Моранды, для различных законов распределения времен обнаружения отказов и различного числа используемых для анализа данных.

Экспоненциальный закон распределения показывает наилучшие результаты по двум оценкам сразу при любых входных данных (кроме времени тестирования при $n=24$), 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.