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. 6304	____________________	Пискунов Я.А.
Преподаватель	____________________	Кирьянчиков В.А.

Санкт-Петербург
2020

Цель работы.

Исследование показателей надежности программ, характеризуемых моделью обнаружения ошибок Джелинского-Моранды, для различных законов распределения времени обнаружения отказов и различного числа используемых для анализа данных.

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:

А) равномерным законом распределения в интервале [0,20]; при этом средний интервал между ошибками будет mравн = 10, СКО sравн = 20/(2*sqrt(3)) = 5.8 .

Б) экспоненциальным законом распределения

W(y) = b*exp(-b*y), y>=0, с 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

В) релеевским законом распределения

W(y) = (y/c^2)*exp(-y^2/(2*c^2)), y>=0, с параметром c=8.0 и соответственно mрел = c*sqrt(π/2), sрел= c*sqrt(2-π/2).

Значения случайной величины Y с релеевским законом распределения с параметром «c» 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 {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 {Xi} использовать n = 30, 24 и 18 элементов).

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

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.

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.

Сравнить и объяснить результаты, полученные для различных законов распределения времени между соседними отказами и различного числа используемых для анализа данных.

Ход работы.

Равномерный закон, n=30. Сгенерированные числа представлены в табл. 1.

Таблица 1. исходные данные для равномерного закона, n=30

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	0.944	1.141	3.205	3.633	3.965	4.056	4.278	5.968	6.105	6.446

i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X	6.813	6.995	7.306	7.675	8.060	8.719	9.082	9.567	11.396	12.092

i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X	12.365	13.278	13.547	14.346	14.438	15.214	17.276	18.325	18.421	19.988

Проверка существования максимума:

$$A > (n + 1)/2$$

$$A = 20.211 > 15.5,$$

значит максимум существует.

Поиск $m \geq n + 1$. Расчетные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Данные для поиска m, равномерный закон, n=30

m	31	32	33	34	35	36
f	3.995	3.027	2.558	2.255	2.035	1.863
g	2.781	2.545	2.346	2.176	2.029	1.900
|f-g|	1.214	0.483	0.213	0.080	0.006	0.037

Минимум наблюдается при m=35. Тогда B=34, K=0.007126.

Оценка среднего времени. Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3. Данные для оценки времени, равномерный закон, n=30

I	31	32	33	34
X_i	35.080	46.774	70.161	140.322

Таким образом, время до полного завершения тестирования – 292.337, а полное время – 576.981.

Равномерный закон, n=24. Сгенерированные числа представлены в табл. 4.

Таблица 4. исходные данные для равномерного закона, n=24

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	0.670	4.458	4.862	6.709	7.120	7.381	8.767	8.864	10.326	10.359

i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X	11.004	11.478	11.499	11.572	12.493	14.643	15.648	15.797	16.005	16.093

i	21	22	23	24
X	16.415	19.055	19.488	19.982

Проверка существования максимума:

$$A > (n + 1)/2$$

$$A = 15.39 > 12.5,$$

значит максимум существует.

Поиск $m \geq n + 1$. Расчетные данные представлены в табл. 5.

Таблица 5. Данные для поиска m, равномерный закон, n=24

m	25	26	27	28	29	30	31	32
f	3.776	2.816	2.354	2.058	1.844	1.678	1.545	1.434
g	2.497	2.262	2.067	1.903	1.763	1.643	1.547	1.445
|f-g|	1.279	0.554	0.287	0.155	0.080	0.036	0.008	0.010

Минимум наблюдается при m=31. Тогда B=30, K=0.005477

Оценка среднего времени. Данные представлены в табл. 6.

Таблица 6. Данные для оценки времени, равномерный закон, n=24

I	25	26	27	28	29	30
X_i	30.428	36.514	45.642	60.856	91.284	182.568

Таким образом, время до полного завершения тестирования – 447.292, а полное время – 727.98.

Равномерный закон, n=18. Сгенерированные числа представлены в табл. 7.

Таблица 7. исходные данные для равномерного закона, n=18

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	0.353	1.239	2.190	3.794	4.160	6.349	7.284	9.624	14.025	14.381

i	11	12	13	14	15	16	17	18
X	15.414	16.267	16.906	17.421	17.584	18.530	18.610	19.014

Проверка существования максимума:

$$A > (n + 1)/2$$

$$A = 12.488 > 9.5,$$

значит максимум существует.

Поиск m ≥ n +1. Расчетные данные представлены в табл. 8.

Таблица 8. Данные для поиска m, равномерный закон, n=18

m	19	20	21	22
f	3.495	2.548	2.098	1.812
g	2.747	2.384	2.105	1.884
|f-g|	0.748	0.164	0.007	0.072

Минимум наблюдается при m=21. Тогда B=20, K=0.01361

Оценка среднего времени. Данные представлены в табл. 9.

Таблица 6. Данные для оценки времени, равномерный закон, n=18

I	19	20
X_i	48.257	96.515

Таким образом, время до полного завершения тестирования – 144.772, а полное время – 347.917.

Нормальный закон, n=30. Сгенерированные числа представлены в табл. 10.

Таблица 10. исходные данные для нормального закона, n=30

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	0.069	0.823	1.512	1.633	1.716	2.422	2.478	4.000	4.881	5.760

i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X	5.916	6.101	6.598	7.756	8.025	8.551	8.847	8.897	11.039	12.778

i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X	14.712	16.160	16.251	16.920	17.005	17.382	17.425	18.854	20.408	23.889

Проверка существования максимума:

$$A > (n+1)/2$$

$$A = 21.401 > 15.5,$$

значит максимум существует.

Поиск $m \geq n+1$. Расчетные данные представлены в табл. 11.

Таблица 11. Данные для поиска m, нормальный закон, n=30

m	31	32	33	34
f	3.995	3.027	2.558	2.255
g	3.125	2.830	2.586	2.381
|f-g|	0.870	0.197	0.028	0.126

Минимум наблюдается при m=33. Тогда B=32, K=0.008955.

Оценка среднего времени. Данные представлены в табл. 12.

Таблица 12. Данные для оценки времени, нормальный закон, n=30

I	31	32
X_i	55.832	111.665

Таким образом, время до полного завершения тестирования – 167.497, а полное время – 456.305.

Нормальный закон, n=24. Сгенерированные числа представлены в табл. 13.

Таблица 13. исходные данные нормального закона, n=24

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	0.734	1.239	1.364	1.549	2.090	2.653	4.107	4.761	5.733	8.637

i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X	8.700	8.788	9.094	9.933	10.284	11.778	13.851	16.029	20.995	21.228

i	21	22	23	24
X	21.604	33.889	46.749	55.997

Проверка существования максимума:

$$A > (n + 1)/2$$

$$A = 18.682 > 12.5,$$

значит максимум существует.

Поиск m ≥ n +1. Расчетные данные представлены в табл. 14.

Таблица 14. Данные для поиска m, нормлальный закон, n=24

m	25	26
f	3.776	2.816
g	3.799	3.280
|f-g|	0.023	0.464

Минимум наблюдается при m=25. Тогда B=24, K=0.011805

Оценка среднего времени. Время до полного завершения тестирования – 0, а полное время – 321.786.

Нормальный закон, n=18. Сгенерированные числа представлены в табл. 15.

Таблица 15. исходные данные для нормального закона, n=18

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	0.035	0.722	1.714	2.265	2.302	3.885	2.943	3.181	4.960	5.104

i	11	12	13	14	15	16	17	18
X	6.551	7.107	8.223	18.514	29.046	32.597	35.657	39.954

Проверка существования максимума:

$$A > (n + 1)/2$$

$$A = 14.685 > 9.5,$$

значит максимум существует.

Поиск $m \geq n+1$. Расчетные данные представлены в табл. 16.

Таблица 16. Данные для поиска m, нормальный закон, n=18

m	19	20
f	3.495	2.548
g	4.172	3.387
|f-g|	0.677	0.839

Минимум наблюдается при m=18. Тогда B=19, K=0.020473

Оценка среднего времени. Время до полного завершения тестирования – 0, а полное время – 203.76.

Релеевский закон, n=30. Сгенерированные числа представлены в табл. 17.

Таблица 17. Исходные данные для релеевского закона, n=30

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	2.027	2.326	3.296	4.297	4.694	5.219	5.759	5.862	6.431	6.630

i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X	7.299	7.747	8.592	8.692	8.767	9.641	10.499	11.338	11.552	11.658

i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X	12.433	12.832	13.362	15.620	16.339	16.735	17.080	17.779	18.470	24.733

Проверка существования максимума:

$$A > (n + 1)/2$$

$$A = 19.932 > 15.5,$$

значит максимум существует.

Поиск $m \geq n + 1$. Расчетные данные представлены в табл. 18.

Таблица 18. Данные для поиска m, релеевский закон, n=30

m	31	32	33	34	35	36	37
f	3.995	3.027	2.558	2.255	2.035	1.863	1.725
g	2.711	2.486	2.2966	2.133	1.991	1.867	1.758
|f-g|	1.284	0.541	0.263	0.123	0.044	0.004	0.033

Минимум наблюдается при m=36. Тогда B=35, K=0.006068

Оценка среднего времени. Данные представлены в табл. 19.

Таблица 19. Данные для оценки времени, релеевский закон, n=30

I	31	32	33	34	35
X_i	32.961	41.202	54.936	82.403	164.807

Таким образом, время до полного завершения тестирования – 376.309, а полное время – 684.018.

Релеевский, n=24. Сгенерированные числа представлены в табл. 20.

Таблица 20. исходные данные для релевского закона, n=24

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	1.613	2.611	3.528	4.496	5.181	5.235	5.929	6.383	7.783	8.290

i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X	8.343	8.426	8.947	9.732	9.749	10.562	11.181	11.847	12.097	12.438

i	21	22	23	24
X	16.324	16.508	18.053	18.233

Проверка существования максимума:

$$A > (n + 1)/2$$

$$A = 15.838 > 12.5,$$

значит максимум существует.

Поиск m ≥ n +1. Расчетные данные представлены в табл. 21.

Таблица 21. Данные для поиска m, релеевский закон, n=24

m	25	26	27	28	29	30	31
f	3.776	2.816	2.354	2.058	1.844	1.678	1.545
g	2.620	2.362	2.150	1.973	1.823	1.695	1.583
|f-g|	1.156	0.454	0.204	0.085	0.020	0.016	0.038

Минимум наблюдается при m=30. Тогда B=29, K=0.007583

Оценка среднего времени. Данные представлены в табл. 22.

Таблица 22. Данные для оценки времени, релеевский закон, n=24

I	25	26	27	28	29
X_i	26.375	32.969	43.959	65.939	131.877

Таким образом, время до полного завершения тестирования – 301.119, а полное время – 524.608.

Равномерный закон, n=18. Сгенерированные числа представлены в табл. 23.

Таблица 23. исходные данные для релеевского закона, n=18

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	2.707	3.844	4.272	5.044	6.426	6.689	7.030	7.559	8.485	10.582

i	11	12	13	14	15	16	17	18
X	10.642	10.915	11.738	12.019	12.334	13.450	14.686	18.137

Проверка существования максимума:

$$A > (n + 1)/2$$

$$A = 11.724 > 9.5,$$

значит максимум существует.

Поиск $m \geq n + 1$. Расчетные данные представлены в табл. 24.

Таблица 24. Данные для поиска m, релеевский закон, n=18

m	19	20	21	22	23	24
f	3.495	2.548	2.098	1.812	1.607	1.451
g	2.474	2.175	1.941	1.752	1.596	1.466
|f-g|	1.021	0.373	0.157	0.060	0.011	0.015

Минимум наблюдается при m=23. Тогда B=22, K=0.009584

Оценка среднего времени. Данные представлены в табл. 25.

Таблица 25. Данные для оценки времени, релеевский закон, n=18

I	19	20	21	22
X_i	26.085	34.780	52.169	104.339

Таким образом, время до полного завершения тестирования – 217.373, а полное время – 383.932.

Выводы.

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

Как можно отметить, исходя из результатов исследования, лучшие результаты показал экспоненциальный закон распределения, что подтверждает предположению модели Джелински-Морданы о том, что время до следующего отказа программы распределено экспоненциально.