

Диагностика и надежность автоматизированных систем

Лабораторная работа №1

Вероятностные модели надежности.

Разработал: А.А. Ефремов

Томский политехнический университет, 2024

ЗАДАНИЕ

Цель работы:

изучить вероятностные модели надежности и выяснить, как их параметры влияют на значения показателей надежности.

Ход работы:

1. Для каждой из моделей надежности:

- экспоненциальной,
- Рэля,
- Вейбулла,
- 2 моделей, заданных по варианту (Табл. 1-3, 5)

построить графики функций вероятности безотказной работы, частоты отказов, интенсивности отказов, и определить среднее время безотказной работы. Выбор параметров моделей в соответствии с **Таблицей 4**.

ЗАДАНИЕ

2. Для моделей, заданных по варианту, получить общие формулы для $f_X(x), P(x), h(x)$.
3. Меняя значение каждого из параметров моделей надежности в пределах $\pm 40\%$ (рекомендация), выяснить их влияние на форму функций $P(x), f_X(x), h(x)$ и значение среднего времени безотказной работы.
4. Для каждой модели надежности выводы о влиянии параметров должны быть представлены как в графической, так и в текстовой форме.
5. Сделайте общий вывод по Лабораторной работе.

ЗАДАНИЕ

Таблица 1

Группа 158Т02

Имя студента	вариант
Ван Цзинфань	2
Ван Цзячэн	29
Гао Тяньюй	6
Гуань Ивэнь	9
Е Хэчжи	21
Лю Дэньхуэй	7
Лян Чаодун	26
Лянь Лобинь	25
Пэн Ан	33

Имя студента	вариант
Сяо Цяньцянь	16
Цзяо Люшо	3
Чан Имин	24
Чан Яцун	5
Чжан Синь	10
Чжао Фуцай	12
Чжэн Хао	17
Чэнь Са	8

ЗАДАНИЕ

Таблица 2

Группа 8Т01

Имя студента	вариант
Балухта Алексей Игоревич	27
Богданова Вероника Антоновна	18
Грачева Полина Игоревна	35
Емельянов Кирилл Андреевич	13
Колотихин Евгений Иванович	30
Курганов Илья	19
Мамонтов Фёдор Алексеевич	20
Мангибаева Инкар Ерболатовна	34
Ольховский Вячеслав Романович	32

Имя студента	вариант
Пономаренко Анастасия Юрьевна	11
Порошин Андрей Владимирович	22
Прохорчук Станислав Вячеславович	4
Серебренников Владислав Леонидович	15
Смекалов Павел Витальевич	23
Сурков Данила Сергеевич	31
Толстогузов Игорь Николаевич	1
Черкасов Данил Дмитриевич	14
Шмидт Владислав Анатольевич	28

ЗАДАНИЕ

Таблица 3

Вариант	Распределения	
1	CEG	KWR
2	CRG	KWE
3	EE	CWG
4	ER	ECEG
5	GE	EW
6	GR	GW
7	CEG	ECRG
8	CRG	GCEG
9	EE	GW
10	ER	KWE
11	GE	CWG
12	GR	GCEG

Вариант	Распределения	
13	CEG	GW
14	CRG	ECEG
15	EE	EW
16	ER	EW
17	GE	GCRG
18	GR	KWE
19	CEG	GCRG
20	CRG	EW
21	EE	ECRG
22	ER	GCEG
23	GE	GW
24	GR	CWG

Вариант	Распределения	
25	CEG	EW
26	CRG	GW
27	EE	GCRG
28	ER	CWG
29	GE	ECRG
30	GR	EW
31	CEG	CWG
32	CRG	CWG
33	EE	KWR
34	ER	GW
35	GE	KWR
36	GR	ECEG

ЗАДАНИЕ

Таблица 4.1

Вариант	Параметры распределений								
	Экспоненциальное	Рэлей	Вейбулл		F ₁		F ₂		
	λ, час ⁻¹	σ, час	η, час	β	γ, час ⁻¹		γ, час ⁻¹		
1	0,0033	2872	2154	2,8	0,0013	α=0,5	0,0013	a=2,5	b=2
2	0,0042	2646	1131	2	0,0007	α=0,5	0,0007	a=1,95	b=2,3
3	0,0011	2550	2078	2,2	0,0006	a=1,95	0,0006	α=0,5	β=1,4
4	0,0019	2062	2117	2,3	0,0015	a=2,05	0,0015	α=0,5	a=1,1
5	0,0041	2598	894	1,7	0,0009	b=1,1	0,0009	β=2,05	a=1,1
6	0,0017	3000	1918	1,3	0,0011	b=2,25	0,0011	β=1,5	b=1,05
7	0,0003	2958	1744	2,1	0,001	α=0,5	0,001	α=0,5	a=1,25
8	0,0012	707	2298	2,05	0,0011	α=0,5	0,0011	α=0,5	b=2,4
9	0,0002	1000	693	1,4	0,0003	a=1,75	0,0003	β=1,35	b=1,05
10	0,0031	2915	2040	1,5	0,0005	a=2,45	0,0005	a=2,1	b=2,2
11	0,001	1414	980	2,35	0,0007	b=1,4	0,0007	α=0,5	β=2,5
12	0,0027	1581	800	1,2	0,0011	b=1,25	0,0011	α=0,5	b=2,25
13	0,0028	2500	2400	2,85	0,0013	α=0,5	0,0013	β=1,1	b=1,55
14	0,0022	2784	1327	1,85	0,0008	α=0,5	0,0008	α=0,5	a=2,45
15	0,0023	1803	2000	2,7	0,0004	a=2,15	0,0004	β=1,75	a=1,6
16	0,0024	2398	566	1,35	0,0006	a=1,65	0,0006	β=2,35	a=2,1
17	0,0032	500	1600	2,75	0,0013	b=0,75	0,0013	α=0,5	b=2,5
18	0,0037	2828	1649	1,8	0,0012	b=2,15	0,0012	a=1,9	b=1,85

ЗАДАНИЕ

Таблица 4.2

Вариант	Параметры распределений								
	Экспоненциальное	Рэлей	Вейбулл		F ₁		F ₂		
	$\lambda, \text{ час}^{-1}$	$\sigma, \text{ час}$	$\eta, \text{ час}$	β	$\gamma, \text{ час}^{-1}$		$\gamma, \text{ час}^{-1}$		
19	0,0008	2449	1876	1,75	0,0014	$\alpha=0,5$	0,0014	$\alpha=0,5$	b=1,7
20	0,0035	1936	1265	2,5	0,001	$\alpha=0,5$	0,001	$\beta=1,2$	a=2
21	0,003	2345	1549	2,25	0,001	a=1,85	0,001	$\alpha=0,5$	a=1,35
22	0,0026	2291	1697	1,45	0,0009	a=1,35	0,0009	$\alpha=0,5$	b=1,3
23	0,0034	1500	2263	2,4	0,0009	b=1,15	0,0009	$\beta=1,3$	b=1,45
24	0,0013	2179	2366	2,95	0,0008	b=1,5	0,0008	$\alpha=0,5$	$\beta=2,4$
25	0,0006	1871	1833	1,95	0,0014	$\alpha=0,5$	0,0014	$\beta=0,85$	a=2,4
26	0,002	866	400	2,15	0,0015	$\alpha=0,5$	0,0015	$\beta=1,05$	b=0,8
27	0,0007	2121	2332	2,6	0,0011	a=1,85	0,0011	$\alpha=0,5$	b=0,95
28	0,0039	2739	1386	1,25	0,0012	a=1,15	0,0012	$\alpha=0,5$	$\beta=2,15$
29	0,0029	1118	1789	1,9	0,0015	b=2,05	0,0015	$\alpha=0,5$	a=0,85
30	0,0038	1732	2227	1,55	0,0013	b=2,35	0,0013	$\beta=1,55$	a=1,4
31	0,0018	2000	1200	1,65	0,0004	$\alpha=0,5$	0,0004	$\alpha=0,5$	$\beta=1,8$
32	0,0005	1225	1960	1,6	0,0014	$\alpha=0,5$	0,0014	$\alpha=0,5$	$\beta=2$
33	0,0015	1658	1058	2,65	0,0013	a=2,3	0,0013	a=1,3	b=2,45
34	0,0021	1323	1442	2,55	0,0008	a=1,35	0,0008	$\beta=1,75$	b=1,65
35	0,0014	2236	1497	2,9	0,0012	b=1,35	0,0012	a=2,35	b=1,1
36	0,004	2693	2191	2,45	0,0014	b=0,85	0,0014	$\alpha=0,5$	a=0,75

ЗАДАНИЕ

Таблица 5.1

Распределение**	Функция распределения (вероятность отказа)	Параметры
Kw-E	$F(x) = 1 - (1 - (1 - e^{-\gamma x})^a)^b$	$a, b, \gamma > 0$
Kw-R	$F(x) = 1 - \left(1 - (1 - e^{-(\gamma x)^2})^a\right)^b$	$a, b, \gamma > 0$
GCEG	$F(x) = 1 - \left(\frac{e^{-\gamma x}}{\alpha + (1 - \alpha)e^{-\gamma x}}\right)^b$	$0 < \alpha < 1$ $b, \gamma > 0$
GCRG	$F(x) = 1 - \left(\frac{e^{-(\gamma x)^2}}{\alpha + (1 - \alpha)e^{-(\gamma x)^2}}\right)^b$	$0 < \alpha < 1$ $b, \gamma > 0$
GW	$F(x) = 1 - (e^{-(\gamma x)^\beta})^b$	$\beta, \gamma, b > 0$
ECRG	$F(x) = \left(\frac{\alpha(1 - e^{-(\gamma x)^2})}{\alpha + (1 - \alpha)e^{-(\gamma x)^2}}\right)^a$	$0 < \alpha < 1$ $a, \gamma > 0$
ECEG	$F(x) = \left(\frac{\alpha(1 - e^{-\gamma x})}{\alpha + (1 - \alpha)e^{-\gamma x}}\right)^a$	$0 < \alpha < 1$ $a, \gamma > 0$

ЗАДАНИЕ

Таблица 5.2

Распределение**	Функция распределения (вероятность отказа)	Параметры
EW	$F(x) = \left(1 - e^{-(\gamma x)^\beta}\right)^a$	$a, \beta, \gamma > 0$
CWG	$F(x) = \frac{\alpha \left(1 - e^{-(\gamma x)^\beta}\right)}{\alpha + (1 - \alpha)e^{-(\gamma x)^\beta}}$	$0 < \alpha < 1$ $\beta, \gamma > 0$
CEG	$F(x) = 1 - \frac{e^{-\gamma x}}{\alpha + (1 - \alpha)e^{-\gamma x}}$	$0 < \alpha < 1$ $\gamma > 0$
CRG	$F(x) = 1 - \frac{e^{-(\gamma x)^2}}{\alpha + (1 - \alpha)e^{-(\gamma x)^2}}$	$0 < \alpha < 1$ $\gamma > 0$
EE	$F(x) = (1 - e^{-\gamma x})^a$	$a, \gamma > 0$
ER	$F(x) = \left(1 - e^{-(\gamma x)^2}\right)^a$	$a, \gamma > 0$
GE	$F(x) = 1 - (e^{-\gamma x})^b$	$\gamma, b > 0$
GR	$F(x) = 1 - \left(e^{-(\gamma x)^2}\right)^b$	$\gamma, b > 0$

**

Двухпараметрические распределения:

- CEG – Комплементарное экспоненциально-геометрическое распределение
- CRG - Комплементарное Рэлей-геометрическое распределение
- EE – Экспоненцированное экспоненциальное распределение
- ER – Экспоненцированное распределение Рэля
- GE – Обобщенное экспоненциальное распределение
- GR – Обобщенное распределение Рэля

Трехпараметрические распределения:

- Kw-E – Кумарасвами-экспоненциальное распределение
- Kw-R – Распределение Кумарасвами-Рэля
- GCEG – Обобщенное комплементарное экспоненциально-геометрическое распределение
- GCRG – Обобщенное комплементарное Рэлей-геометрическое распределение
- GW – Обобщенное распределение Вейбулла
- ECEG - Экспоненцированное комплементарное экспоненциально-геометрическое распределение
- ECRG - Экспоненцированное комплементарное Рэлей-геометрическое распределение
- EW – Экспоненцированное распределение Вейбулла
- CWG – Комплементарное Вейбулл-геометрическое распределение