

Безопасность, надежность технических систем,
методы оценки и управления риском

Лабораторная работа №1

Основные показатели надежности.
Статистические модели надежности.

Разработал: А.А. Ефремов

Томский политехнический университет, 2024

ЗАДАНИЕ

Цель работы:

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

Ход работы:

1. Для каждой из моделей надежности, заданной по варианту (**Таблицы 1 и 2**), постройте графики функций ВБР, частоты и интенсивности отказов, средней остаточной наработки до отказа; найдите значение среднего времени до отказа.
Выбор параметров моделей в соответствии с **Приложением 1**.

ЗАДАНИЕ

2. Меняя значение каждого из параметров моделей надежности в пределах $\pm 40\%$ (рекомендация), выяснить их влияние на форму функций и значение среднего времени безотказной работы.
3. Для каждой модели надежности выводы о влиянии параметров должны быть представлены как в графической, так и в текстовой форме.
4. Для произвольного распределения, из заданных по варианту, постройте график вероятности отказа в течении следующих Δt часов при условии, что система работоспособна в начале интервала Δt .

ЗАДАНИЕ

5. Меняя значения Δt (50, 200, 500 часов), проследите влияние ширины интервала Δt на вид функции.
6. Сделайте общий вывод по Лабораторной работе.

ЗАДАНИЕ

Таблица 1

вариант	8ТМ32	2-параметрические модели		3-параметрические модели	
1	Балахнин Илья Александрович	CEG	EE	Kw-E	GCEG
2	Бедарев Василий Вячеславович	EE	GE	GCEG	ECEG
3	Белявский Александр Алексеевич	GE	CRG	ECEG	Kw-R
4	Боровской Артём Романович	CRG	ER	Kw-R	GCRG
5	Галузинский Алексей Васильевич	ER	GR	GCRG	ECRG
6	Деменкова Лариса Геннадьевна	GR	CEG	ECRG	GW
7	Долгих Владимир Алексеевич	CEG	GE	GW	EW
8	Желонкин Владимир Владиславович	EE	CRG	EW	CWG
9	Жэнь Юйфэй	GE	ER	CWG	Kw-E
10	Ивлев Алексей Александрович	CRG	GR	Kw-E	ECEG
11	Киргефнер Михаил Сергеевич	ER	CEG	GCEG	Kw-R
12	Лаврентьев Виктор	GR	EE	ECEG	GCRG
13	Ларина Анастасия Валерьевна	CEG	CRG	Kw-R	ECRG
14	Лесных Глеб Игоревич	EE	ER	GCRG	GW
15	Луговцова Наталья Юрьевна	GE	GR	ECRG	EW
16	Макев Адиль Нурланович	CRG	CEG	GW	CWG
17	Обоскалова Наталья Викторовна	ER	EE	EW	Kw-E
18	Парфенов Павел Васильевич	GR	GE	CWG	GCEG
19	Птицын Владимир Ильич	CEG	ER	Kw-E	GCRG
20	Соколенко Евгений Леонидович	EE	GR	GCEG	ECRG
21	Стрельникова Виктория Анатольевна	GE	CEG	ECEG	GW
22	Суворов Данил Владиславович	CRG	EE	Kw-R	EW
23	Тарасенко Юрий Семенович	ER	GE	GCRG	CWG
24	Шадиянов Ильшат Рашитович	GR	CRG	ECRG	Kw-E
25	Щербашин Никита Геннадьевич	CEG	ER	GW	GCEG

ЗАДАНИЕ

Таблица 2

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 2 (продолжение)

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	$F(x) = 1 - \left(e^{-(\gamma x)^2}\right)^b$	$\gamma, b > 0$

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Для моделей надежности, заданных по вариантам,

первоначальное значение параметра γ выбрать равное $\frac{\sqrt{3N}}{2000}$ час⁻¹ ;

параметра α : 0,5;

параметров β, a, b : $0,7 + 4N/50$;

где N – номер варианта в соответствии с алфавитным списком группы.

**

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