Практикум

по дисциплине

«Надежность агрегатов и систем воздушных судов»

Практическая работа №1

Расчет плотности вероятности наступления отказа в зависимости от наработки

Цель работы:

1.Определить плотность вероятности наступления отказа $\hat{f}(t_i)$.

2. Определить среднюю наработку до первого отказа $\hat{t}$ ср.

3. Определить характеристики рассеивания:

а) дисперсию – *D;*

б) среднеквадратичное отклонение – *σ;*

в) коэффициент вариации – *V.*

4. Построить гистограмму распределения плотности отказов *f(t)* в зависимости от наработки t.

Исходные данные:

Получены результаты наблюдений за партией тормозных дисков, наработка на отказ которых, в тыс. км. пробега, составила следующее:

Таблица 1.1

50	97	105	118
66	75	83	127
120	59	68	93

Решение:

1.Из зафиксированных наработок найдем минимальную $t_{\min}$ и максимальную $t_{\max}$:

$t_{\min}$ =____*тыс. км,* $t_{\max}$ = _____*тыс. км.*

2. Определяем диапазон наработок, внутри которого имели место отказы:

$R = t_{\max} - t_{\min}$;*R*= _______ *тыс. км.*

3. Подсчитаем длину интервала:

$$\Delta t = \frac{R}{1 + 3{,}3\lg N_0}$$

где N_0 - число испытываемых изделий;

$\Delta t =$______________*тыс. км.*

Принимаем *Δt*=_____тыс. км.

4. Разделим диапазон на интервалы

Для этого зададимся левой $t_{лев}$ и правой $t_{прав}$ границами интервалов группирования. $t_{лев}$ должна быть меньше $t_{\min,}$ а $t_{прав}$ больше $t_{\max}$.

Примем $t_{лев}$=_____ *тыс.км.*, $t_{прав}$=_____тыс.км.тогда число интерваловк:

$$\kappa = \frac{(t_{прав} - t_{лев})}{\Delta t} = \_\_\_\_\_\_\_\_.$$

5. Пронумеруем интервалы от $i = 1$ до $i = 5$ и впишем их в таблицу 1.2.

Найдем середины каждого интервала: t_i =__________ тыс. км

6.Впишем в соответствующие графы таблицы число изделий n_i, отказавших внутри каждого интервала.

7. Подсчитаем оценку плотности вероятности наступления отказа (оценку плотности распределения наработки до отказа) $\hat{f}(t_i)$ и впишем результаты втаблицу:

$$f(t_i) = \frac{n_i}{\Delta t \cdot N_0}$$

8. Определим среднюю наработку до первого отказа:

$$\hat{t}_{cp} = \sum_{i=1}^{k} \frac{t_i\, n_i}{N_0},$$

где $к$- число интервалов.

$$\hat{t}_{cp} = \sum_{i=1}^{k} \frac{t_i\, n_i}{N_0}, = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \text{тыс. км.}$$

9. Вычислим характеристики рассеивания:

а) дисперсия D:

$$D = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{k} (t_i - \hat{t}_{cp})^2 \cdot n_i ;$$

D=____________________;

б) среднее квадратичное отклонение σ:

для $N_0 \le 30,\ \sigma = \sqrt{\frac{1}{\mathrm{N}-1}\sum_{i=1}^{\kappa} t^2 i n_i - \frac{\mathrm{N}_0}{\mathrm{N}_0 - 1} t^2{}_{cp,}}$ т.е.

σ=____________тыс. км.;

в) коэффициент вариации V: $V = \frac{\sigma}{\hat{t}_{cp}}$; V=________ .

Таблица 1.2

Определяемый параметр	Обозначение и формула расчета	Номера интервалов наработки				
		1	2	3	4	5
Границы интервала наработки, тыс.км	-					
Значение середины интервала, тыс.км	t_i					
Число отказов в интервале	n_i					
Оценка плотности вероятности	$f(t_i) = \frac{n_i}{\Delta t \cdot N_0}$					

10. Построим гистограмму распределения плотности отказов $f(t)$ в зависимости от наработки t

Выводы:

1.Определена плотность вероятности наступления отказа $\hat{f}(t_i)$для каждого интервала наработки.

2.Определена средняя наработка до первого отказа $\hat{t}$ ср.

3. Определены характеристики рассеивания, в том числе:

а) дисперсия – D;

б) среднеквадратичное отклонение – σ;

в) коэффициент вариации – V, что свидетельствует о нормальном законе распределения.

4.Построена гистограмма распределения плотности отказов $f(t)$

Практическая работа № 2

Определение вероятности безотказной работы невосстанавливаемых изделий и оценка рассеивания результатов расчета.

Цель работы:

1.Определить:

- частость ω_i;
- вероятность наступления отказа $F(t_i)$;
- вероятность безотказной работы $P(t_i)$;
- плотность вероятности наступления отказа $f(t_i)$;
- интенсивность отказов $\lambda(t_i)$;
- среднюю наработку до первого отказа $t_{ср}$.

2. Оценить рассеивание результатов:

- средним квадратичным отклонением σ;
- средним арифметическим отклонением ρ;
- дисперсией D;
- коэффициентом вариации V.

3. Построить гистограмму распределения числа n, частости ω и плотности отказов f в зависимости от наработки t.

Исходные данные:

N_0 – Из ПЗ №1

t_{min} - Из ПЗ №1

t_{max} - Из ПЗ №1

Решение:

1.Определим диапазон наработок R, внутри которого имели место отказы:

$$R = t_{\max} - t_{\min}, \text{R=\_\_\_\_\_\_\_тыс.км..}$$

2. Вычислим длину интервала по формуле:

$$\Delta t = \frac{R}{1 + 3{,}3 \lg N_0},$$

где N_0 - число испытываемых изделий

$$\Delta t = \frac{111}{1 + 3{,}3 \lg 105} = \_\_\_\_\_\_\_\_ \ \textit{тыс.км}.$$

Принимаем $\Delta t = 15$*тыс.км.*

Для определения количества интервалов, зададимся левой $(t_{лев})$ и правой $(t_{прав})$ границами наработок.

Тогда число интервалов будет равно:

$$\kappa = \frac{(t_{прав} - t_{лев})}{\Delta t};k=\_\_\_\_\_\_$$

4. Пронумеруем интервалы от $i=1$ *до* $i=8$ и впишем их в таблицу 1.1. Найдем середины каждого интервала $t_i = 7,5;\quad 22,5;\quad ....;112,5$ *тыс.км*.

5. Впишем в соответствующие графы число изделий n_i, отказавших внутри каждого интервала. Это число называется <u>весом.</u>

6. Подсчитаем накопленное число отказов $r(t_i)$ как сумму отказов в интервалах, т.е. $r = \sum_{i=1}^{i} n_i$. Результаты вносим в таблицу 2.1.

Все результаты дальнейших вычислений мы также впишем в соответствующие графы таблицы.

7. Определим число оставшихся работоспособными объектов к моменту t_i по формуле:

$$N(t_i) = N_0 - r(t_i).$$

8. Вычислим частость ω_i - относительную долю отказов в интервале:

$$\omega_i = \frac{n_i}{N_0}\cdot$$

9. Найдем вероятность наступления отказа

$$\hat{F}(t_i) = \frac{r(t_i)}{N_0}$$

10. Определим вероятность безотказной работы:

$$\hat{P}(t_i) = \frac{N(t_i)}{N_0}$$

11. Подсчитаем плотность вероятности наступления отказа:

$$\hat{f}(t_i) = \frac{n_i}{N_0 \Delta t}$$

12. Вычислим интенсивность отказов $\hat{\lambda}(t_i)$ как отношение числа отказавших объектов в единицу наработки к числу объектов, безотказно работающих к данному моменту наработки:

$$\hat{\lambda}(t_i) = \frac{n_i}{\Delta t \cdot N(t_i)}$$ или по формуле: $$\hat{\lambda}(t_i) = \frac{f(t_i)}{\mathrm{P}(t_i)}.$$

13. По данным таблицы определим среднюю наработку до 1-ого отказа:

$$\hat{t}cp = \sum_{i=1}^{\kappa} \cdot \frac{t_{i} \cdot n_i}{N_0},= \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \text{тыс.км.}$$

где κ – число интервалов, t_i - середина интервала, n_i - вес.

14. Определим характеристики рассеивания.

Среднее арифметическое отклонение ρ:

$$\rho = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{k} \left| t_i - t_{cp} \right| \cdot n_i = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \text{тыс.км}.$$

15. Найдем дисперсию Dпо формуле:

$$D = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{k} (t_i - t_{cp})^2 \cdot n_i = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

16. Среднее квадратичное отклонение σ:

$$\sigma = \sqrt{D}; = \_\_\_\_\_\_\_\_.$$

17. Коэффициент вариации $V = \dfrac{\sigma}{t_{cp}}; = \_\_\_\_\_\_\_\_.$

18. Построим гистограмму распределения числа n, частости ω и плотности $f(t)$ в зависимости от наработки t.

<u>Выводы:</u>

1. Определены:

- частость ω_i;
- вероятность наступления отказа $F(t_i)$;
- вероятность безотказной работы $P(t_i)$;
- плотность вероятности наступления отказа $f(t_i)$;
- интенсивность отказов $\lambda(t_i)$;
- средняя наработка до первого отказа t_{cp}.

Таблица 2.1

Определяемый параметр	Обозначение и формулы расчета	Номера интервалов наработки							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Границы интервала наработки,тыс.км	-								
Значение середины интервала, тыс.км	t_i								
Число отказов в интервале (вес)	n_i								
Накопленное число отказов	$r(t_i)=\sum_{i=1}^{i} n_i$								
Число работоспособ-ных объектов к моменту t_i	$N(t_i)=N_0-r(t_i)$								
Частость	$\omega_i=\frac{n_i}{N_0}$								
Вероятность наступления отказа	$\hat{F}(t_i)=\frac{r(t_i)}{N_0}$								
Вероятность безотказной работы	$\hat{P}(t_i)=\frac{N(t_i)}{N_0}$								
Плотность вероятности наступления отказа	$\hat{f}(t_i)=\frac{n_i}{N_0\Delta t}$								
Интенсивность отказов	$\hat{\lambda}(t_i)=\frac{n_i}{N_0\Delta t}$								

Значок ^ показывает, что подсчитанный результат получен из статистической обработки опытных данных, т.е. из наблюдений за выборкой.

2 Оценено рассеивание результатов:

- средним квадратичным отклонением σ;

- средним арифметическим отклонением ρ;
- дисперсией *D;*
- коэффициентом вариации V.

3. Построена гистограмма распределения числа -*n*, частости -ω и плотности отказов - f в зависимости от наработки *t*.

4. Полученные результаты свидетельствуют о нормальном распределении случайных величин.

Практическая работа №3

Определение срока службы сопряжения

Цель работы:

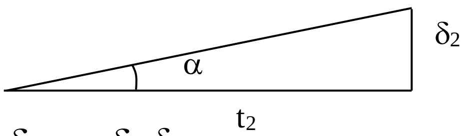
1. Определить износ за время нормальной эксплуатации – δ_2.
2. Вычислить период нормальной эксплуатации - t_2.
3. Определить период приработки – t_1.
4. Определить срок службы сопряжения – t.

Исходные данные:

$$\delta_{\max} = 100 мкм,\ \delta_1 = 10 мкм,\ \alpha = 30^0,\ t_1 = 0{,}02 t_2.$$

Решение:

1. По подобию фигур из прямоугольного треугольника найдем -δ_2



$$\delta_2 = \delta_{\max} - \delta_{1,}\ \delta_2 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_ мкм.$$

2. Вычислим период нормальной эксплуатации t_2:

$$t_2 = \frac{\delta_2}{tg\alpha}, \text{тогда} \qquad t_2 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \textit{тыс. км.}$$

3. Определим период приработки t_1 из условия задачи:

$$t_1 = 0{,}02 t_{2,}, \text{ т.е} t_1 = \_\_\_\_\_\_\_\_ \textit{тыс. км}$$

4.Тогда весь срок службы сопряжения найдем как сумму периодов приработки и нормальной эксплуатации:

$$t = t_1 + t_2;\ \text{т.е. } t = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \textit{тыс. км}$$

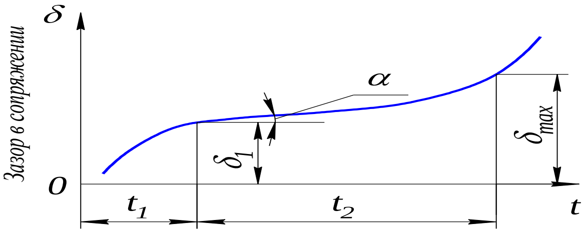


Рис. 3.1. График износа сопряжения

Выводы:

1. Определен износ за время нормальной эксплуатации – δ_2 _______*мкм;*
2. Вычислен период нормальной эксплуатации - t_2 =________*тыс. км;*
3. Определен период приработки – t_1 = _____*тыс. км;*
4. Определен срок службы сопряжения – t = ______*тыс.км.*

Практическая работа № 4.

Определение вероятности безотказной работы системы (резервирование)

Цель работы:

Определить вероятность безотказной работы для системы, состоящей из однотипных элементов с равными вероятностями безотказной работы, при последовательном и параллельном соединениях элементов.

Исходные данные (рис.4.1)

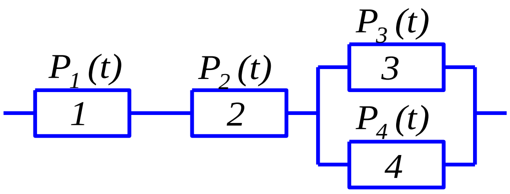


Рис. 4.1. Система элементов.

Дана система, состоящая из 4-х элементов, вероятность безотказной работы которых равна:
$P_1(t) = 0,73;\ P_2(t) = 0,80;\ P_3(t) = 0,52;\ P_4(t) = 0,97.$

Определить вероятность безотказной работы системы.

Решение:

1. Для последовательно соединенных элементов 1-2, вероятность безотказной работы найдем, как произведение вероятностей этих элементов, т.е.

$$P_{1-2}(t) = P_1(t) \cdot P_2(t);\ P_{1\text{-}2}(t) = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.$$

2. Вероятность безотказной работы элементов, параллельно соединенных, 3-4 найдем по формуле:

$$P_{3-4}(t) = 1 - \left[1 - P_3(t)\right] \cdot \left[1 - P_4(t)\right];\ P_{3\text{-}4}(t) = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.$$

3. Вероятность безотказной работы всей системы (вывод):

$$P_{1-4}(t) = P_{1-2}(t) \cdot P_{3-4}(t);\ P_{1\text{-}4}(t) = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.$$

Практическая работа № 5

Определение средней наработки до отказа при известной вероятности безотказной работы.

Цель работы:

1 Найти среднюю наработку до отказа $t_{ср}$;

2 Определить:

- плотность вероятности наступления отказов $f(t)$;
- вероятность отказа $F(t)$;
- интенсивность потока отказов $\lambda(t)$;
- дисперсию *D;*
- среднее квадратичное отклонение σ;
- коэффициент вариации *V.*

Исходные данные: $t = 10 тыс.км, P(t) = 0,95$, показатели безотказности подчиняются экспоненциальному закону.

Решение:

1. По формуле вероятности безотказной работы для экспоненциального закона

$P(t) = e^{-\lambda t}$, а средняя наработка до первого отказа $t_{ср}$ для этого закона равна

$$t_{ср} = \frac{1}{\lambda}$$

Тогда $\ell n P(t) = e^{-\frac{t}{t_{ср}}}$, следовательно $\ell_n P(t) = -\frac{t}{t_{ср}}$, отсюда $t_{ср} = -\frac{t}{\ell n P(t)}$,

т.е.

$t_{ср}$=____________________*тыс. км.*

2. Определим интенсивность отказов $\lambda(t)$:

$$\lambda(t) = \frac{1}{t_{ср}}, \text{ т.е. } \lambda(10)=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.$$

3. Вычислим плотность вероятности отказа $f(t)$:

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}, т.е. f(10)=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.$$

4. Вероятность наступления отказа $F(t)$:

$$F(t)+P(t)=1 \Rightarrow F(10)=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.$$

5. Дисперсия D:

$D = t_{cp}^2$ – по формуле для экспоненциального закона.

D=____________*тыс.км.*

6. Среднее квадратичное отношение σ:

$\sigma = \sqrt{D}$, т.е. σ =_____________.

7. Коэффициент вариации V:

$$V = \frac{\sigma}{t_{cp}}, \quad \text{т.е. } V = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.$$

Выводы:

1 Найдена средняя наработка до отказа t_{cp};

2 Определены:

- плотность вероятности наступления отказов $f(t)$;
- вероятность отказа $F(t)$;
- интенсивность потока отказов $\lambda(t)$;
- дисперсия*D;*
- среднее квадратичное отклонение σ;
- коэффициент вариации *V*.

Результаты расчетов подтверждают соответствие заданному (экспоненциальному) закону.

Практическая работа № 6

Определение вероятности безотказной работы при распределении отказов по нормальному закону (закону Гаусса)

Цель работы:

Определить:

- вероятность безотказной работы $P(t)$;
- плотность вероятности наступления отказов $f(t)$;
- вероятность отказа $F(t)$;
- интенсивность потока отказов $\lambda(t)$;
- дисперсию *D;*
- коэффициент вариации *V.*
-

Исходные данные: $t_{cp} = 200 тыс.км,\ \sigma = 40 тыс.км,\ t_1 = 250 тыс.км$.

Решение:

1. Заменим переменную величину $\frac{t - t_{cp}}{\sigma}$ в формулах для нормального закона величиной *x,* т.е. $x = \frac{t - t_{cp}}{\sigma}$, тогда в нашем случае:

x=________________

2. Из таблицы 2 приложения найдем значение $F_0(x)$. По формуле перехода от нормированной функции $F_0(x)$ к вероятности отказа $F(t)$:

$$F(t) = F_0(x) = F_0\left[(t - t_{cp})/\sigma\right], \text{т.е. } F(250)=F(1{,}25)=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.$$

3. Тогда вероятность безотказной работы $P(t)$ определим из формулы:

$$P(t) + F(t) = 1, \text{т.е } P(t) = 1 - F(250) = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.$$

4. По формуле перехода от центрированной функции $\varphi(x)$ к исходной $f(t)$:

$$f(t) = \varphi(x)/\sigma;$$

Значение функции $\varphi(x)$ в таб. 3 приложения:

$\varphi(x) = \varphi(1,25) =$ ______________ тогда

$f(250) =$_______________.

5. Интенсивность отказов $\lambda(t)$:

$\lambda(t) = \dfrac{f(t)}{P(t)}$; $\lambda(250) =$___________________.

6. Дисперсия равна квадрату среднего квадратичного отклонения, т.е. $D = \sigma^2$:

$D =$_________________*тыс.км*^{2}.

7. Коэффициент вариации V:

$V = \dfrac{\sigma}{t_{ср}}$, т.е. $V =$_______________

Выводы:

Определены:

- вероятность безотказной работы $P(t)$;
- плотность вероятности наступления отказов $f(t)$;
- вероятность отказа $F(t)$;
- интенсивность потока отказов $\lambda(t)$;
- дисперсию *D;*
- коэффициент вариации *V*.

Полученные расчетные величины подтверждают соответствие распределения ПН закону Гаусса.

Практическая работа №7

Определение наработки изделия по заданной вероятности отказа (безотказности)

Цель работы:

По заданной вероятности отказа (безотказной работы) найти:
- наработку, соответствующую заданной вероятности $P(t)$;
- плотность вероятности наступления отказов $f(t)$;
- вероятность безотказной работы $P(t)$ (или вероятность отказа $F(t)$);
- интенсивность отказов $\lambda(t)$;
- дисперсию *D;*
- коэффициент вариации *V*.

Исходные данные:

$t_{ср} = 200 тыс.км$, $\sigma = 40 тыс.км.$, $F(t) = 0,9$

Решение:

1. Наработка t_p при заданной вероятности отказа $F(t)$ определяется по формуле:

$$t_p = t_{ср} + U_p \cdot \sigma,$$

где индекс « p »означает «вероятность», а U_p - квантиль, т.е. применительно к теории надежности, это наработка, при которой будет иметь место заданная вероятность отказа (или безотказной работы).

2. Функции $F(t) = F(t_p)$ соответствует нормированная функция

$$F_0(x) = F_0(U_p),$$

при этом $t = t_p$ и $x = U_p$.

Из таблицы 2 приложения найдем квантиль $U_p = x$ при $F(t) = 0,9$ (в таблице необходимо от заданной $F_0(x)$ найти значение x):

$x = U_p =$ __________, тогда $t_p =$ ________________*тыс.км.*

3. Плотность вероятности наступления отказов $f(t)$ для нормального закона по формуле перехода от центрированной функции $\varphi(t)$ к исходной

будет равна: $f(t) = \dfrac{\varphi(x)}{\sigma}$; значение $\varphi(x)$ определяется из таблицы 3 приложения:

$\varphi(1,282) =$______________тогда $f(251,20) =$________________.

4. Вероятность безотказной работы $P(t)$:

$P(t) = 1 - F(t),$ т.е. $P(251,2) =$_______________.

5. Интенсивность отказов: $\lambda(t) = \dfrac{f(t)}{P(t)}$, $\lambda(251,2) =$_______________.

6. Дисперсия D:

$D = \sigma^2$, т.е. $D =$_____________*тыс.км*^{2}.

7. Коэффициент вариации V:

$$V = \frac{\sigma}{t_{cp}} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.$$

Выводы:

По заданной вероятности отказа определены:

- наработка, соответствующая заданной вероятности $P(t)$;
- плотность вероятности наступления отказов $f(t)$;
- вероятность безотказной работы $P(t)$;
- интенсивность отказов $\lambda(t)$;
- дисперсия*D;*
- коэффициент вариации *V*.

Практическая работа №8

Определение вероятности безотказной работы при заданной наработке

Цель работы:

Определить:

- вероятность безотказной работы $P(t)$;
- плотность вероятности наступления отказов $f(t)$;
- вероятность отказа $F(t)$;
- интенсивность потока отказов $\lambda(t)$;
- среднюю наработку до первого отказа $t_{ср}$;
- дисперсию D;
- среднее квадратичное отклонение σ ;
- коэффициент вариации V.

Исходные данные:

Путем обработки данных об отказах изделия выявлено, что распределение отказов происходит по закону Вейбулла с параметрами:

t_0 -параметр масштаба $t_0 = 100 тыс.км$; b - параметр формы $b = 2$, при заданной наработке $t = 40 тыс.км$

Решение:

1. Найдем вероятность безотказной работы $P(t)$ по формуле для закона Вейбулла:

$$P(t) = e^{-(\frac{t}{t_0})^b},$$

где $e = 2,718$ - основание натуральных логарифмов

$P(40) =$ __________________

2. Вероятность отказа $F(t)$:

$F(40) = 1 - P(40) =$ ________________

3. Плотность вероятности наступления отказа $f(t)$ по формуле для закона Вейбулла равна:

$$f(t)=\frac{b}{t_0}\cdot(\frac{t}{t_0})^{b-1}\cdot e^{-(\frac{t}{t_0})^b}\text{ ; } f(40)=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

4. Интенсивность отказов $\lambda(t)$ равна:

$$\lambda(t)=\frac{b}{t_0}\cdot(\frac{t}{t_0})^{b-1} \quad \text{или} \quad \lambda(t)=\frac{f(t)}{P(t)},\ \lambda(40)=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

5. Средняя наработка до первого отказа t_{cp} по формуле закона Вейбулла будет равна:

$$t_{cp}=t_o\cdot\Gamma\left(1+\frac{1}{b}\right),$$

где буква Γ в количественных характеристиках закона Вейбулла обозначает гамма функцию (таблица 1 приложения).

Для условий нашей задачи $\Gamma(x)=\Gamma(1+\frac{1}{b})=$________________тогда

$t_{cp}=$____________________

6. Дисперсия D по формуле для закона Вейбулла равна:

$$D=t_0^2\left\{\Gamma\left(1+\frac{2}{b}\right)-\left[\Gamma\left(1+\frac{1}{b}\right)\right]^2\right\},\text{т.е}\,D=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\textit{тыс.км}^2.$$

7. Среднее квадратичное отклонение $\sigma=\sqrt{D}$:

$\sigma=$______________*тыс.км.*

8. Коэффициент вариации $V=\frac{\sigma}{t_{cp}}$:

$V=$______________

9. Выводы:

Полученные расчетные параметры подтверждают правильность утверждения о распределении ПН в соответствии с законом Вейбулла

Практическая №9

Прогнозирование надежности зубчатых колес автомобилей

Цель работы:

Определить:

- среднее квадратичное отклонение - S_{lgL};

- квантиль нормального распределения - U_P;

- вероятность безотказной работы на расчетных пробегах - $P(L_P)$

Исходные данные:

Для расчета зубчатых колес трансмиссий легковых автомобилей принято (см. таблицу 9.1):

Таблица 9.1

ϑ_F	mF	ϑ_H	mH	P_1	P_2	$S_{\lg R_{1F}}$	$S_{\lg R_{1H}}$
0,08	9	0,12	3	0,9	0,84	0,15	0,075

Произвести вероятностную оценку результата детерминированного расчета.

Порядок выполнения работы

Оценка результатов детерминированного расчета в вероятностном аспекте сводится к определению вероятности безотказной работы $P(L_P)$ для полученного детерминированного значения ресурса L_P.

1. Вероятность $P(L_P)$ определяется по квантилю U_p, который вычисляют по формуле :

$$U_P = \frac{U_{P1} S_{\lg R_{liv}} - U_{P2} S_{\lg R_1}}{S_{\lg L}}$$

для контактных и напряжений изгиба, соответственно.

Здесь U_{P1}определяется выбором параметров расчетной кривой усталости, а U_{P2} — выбором параметров расчетного нагрузочного режима.

Для детерминированного расчета целесообразно принимать параметры расчетной кривой усталости, исходя из вероятности P_1 = 0,9, что даетU_{P1} = -1,282, а параметры расчетного нагрузочного режима, — исходя из вероятности $P \approx 0{,}84$, что дает U_{P2} = 1

2. Определяем по формулам :

$S_{\lg R_{Fliv}} = \lg e \cdot mF \cdot \vartheta_F$ - циклостойкость по напряжениям изгиба,

$S_{\lg R_{Fliv}}$ = ______________________;

$S_{\lg R_{H\lim}} = \lg e \cdot mH \cdot \vartheta_H$ - циклостойкость по контактным напряжениям

$S_{\lg R_{H\lim}}$ = ______________________

3. По формуле $S_{\lg L} = \sqrt{S^2_{\lg R_{\lim}} + S^2_{\lg R_1}}$ определяемсреднеквадратичное отклонение циклостойкости для изгибных и контактных напряжений, соответственно:

$S_{\lg L_F}$ =_______________________________________

$S_{\lg L_H}$ =_____________________________________

4. Рассчитываем квантили для изгибных и контактных напряжений, соответственно:

$$U_P = \frac{U_{P1} S_{\lg R_{liv}} - U_{P2} S_{\lg R_1}}{S_{\lg L}}$$

U_{P_F} = ________________________

U_{P_H} = ________________________

5. По полученным значениям, находим по таблице 4 приложения вероятность безотказной работы $P(L_P)$.

$P\ (L_{P\,F})$ = ______________________

$P\ (L_{PH})$ = ______________________

6. Выводы.

Вероятность безотказной работы зубчатых колес на расчетных режимах пробега L_{PF} ,L_{PH} , полученных в детерминированном расчете, составляет

$P\ (L_{P\,F}) = P\ (L_{PH})$ =__________________

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Значения гамма-функции Г(x)

x	Г(x)	x	Г(x)	x	Г(x)	x	Г(x)
1,00	1,0000	1,25	0,9064	1,50	0,8862	1,75	0,9191
1,01	0,9943	1,26	0,9044	1,51	0,8866	1,76	0,9214
1,02	0,9888	1,27	0,9025	1,52	0,8870	1,77	0,9238
1,03	0,9835	1,28	0,9007	1,53	0,8876	1,78	0,9262
1,04	0,9784	1,29	0,8990	1,54	0,8882	1,79	0,9288
1,05	0,9735	1,30	0,8975	1,55	0,8889	1,80	0,9314
1,06	0,9687	1,31	0,8960	1,56	,0,8896	1,81	0,9341
1,07	0,9642	1,32	0,8946	1,57	0,8905	1,82	0,9368
1,08	0,9597	1,33	0,8934	1,58	0,8914	1,83	0,9397
1,09	0,9555	1,34	0,8922	1,59	0,8924	1,84	0,9426
1,10	0,9514	1,35	0,8912	1,60	0,8935	1,85	0,9456
1,11	0,9474	1,36	0,8902	1,61	0,8947	1,86	0,9487
1,12	0,9436	1,37	0,8893	1,62	0,8959	1,87	0,9518
1,13	0,9399	1,38	0,8885	1,63	0,8972	1,88	0,9551
1,14	0,9364	1,39	0,8879	1,64	0,8986	1,89	0,9584
1,15	0,9330	1,40	0,8873	1,65	0,9C01	1,90	0,9618
1,16	0,9298	1,41	0,8868	1,66	0,9017	1,91	0,9652
1,17	0,9367	1,42	0,8864	1,67	0,9033	1,92	0,9688
1,18	0,9237	1:43	0,8860	1,68	0,9050	1,93	0,9724
1,19	0,9209	1,44	0,8858	1,69	0,9068	1,94	0,9761
1,20	0,9182	1,45	0,8857	1,70	0,9086	1,95	0,9799
1,21	0,9156	1,46	0,8856	1,71	0,9106	1,96	0,9837
1,22	0,9131	1,47	0,8856	1,72	0,9126	1,97	0,9877
1,23	0,9108	1,48	0,8857	1,73	0,9147	1,98	0,9917
1,24	0,9085	1,49	0,8859	1,74	0,9168	1,99	0,9958
0,6	1,7725	2,5	1,3294	4,5	11,632	6,5	287,88
1	1	3	2	5	24	7	720
1,5	0,8862	3,5	3,3233	5,5	52,342	7,5	1871,2
2	1	4	6	6	120	8	5040

Таблица 2

Значение функции $F_0\left(x\right)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int\limits_{-\infty}^{x} e^{-\frac{x^2}{2}}dx$

x		0	l	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,	5000	5040	5080	5120	5160	5199	5239	5279	5319	5359
0,1	0,	5398	5438	5478	5517	5557	5596	5636	5675	5714	5753
0,2	0,	5793	5832	5871	5910	5948	5987	6026	6064	6103	6141
0,3	0,	6179	6217	6255	6293	6331	6368	6406	6443	6480	6517
0,4	0,	6551	6594	6628	6664	6700	6736	6772	6808	6844	6879
0,5	0,	6915	6950	6985	7019	7054	7088	7123	7157	7190	7224
0,6	0,	7257	7291	7321	7357	7389	7422	7454	7486	7517	7549
0,7	0,	7580	7611	7642	7673	7704	7734	7764	7794	7823	7852
0,8	0,	7881	7910	7939	7967	7995	8023	8051	8078	8106	8133
0,9	0,	8159	8186	8212	8238	8264	8289	8315	8340	8365	8389
1,0	0,	8413	8438	8461	8485	8508	8531	8554	8577	8599	8621
1,1	0,	8643	8665	8686	8708	8729	8749	8770	8790	8810	8830
1,2	0,	8849	8869	8888	8907	8925	8944	8962	8980	8997	9015
1,3	0,9	0320	0490	0658	0824	0988	1149	1308	1466	1621	1774
1,4	0,9	1924	2073	2220	2364	2507	2647	2785	2922	3056	3189
1,5	0,9	3319	3448	3574	3699	3822	3943	4062	4179	4295	4408
1,6	0,9	4520	4630	4738	4855	4950	5053	5154	5254	5352	5449
1.7	0,9	5543	5637	5728	5818	5907	5994	6080	6164	6246	6327
1,8	0,9	6407	6485	6562	6637	6712	6784	6856	6926	6995	7062
1,9	0,9	7128	7193	7257	7320	7381	7441	7500	7588	7615	7670
2,0	0,9	7725	7778	7831	7882	7932	7982	8030	8077	8124	8169-
2,1	0,9	8214	8257	8300	8341	8382	8422	8461	8500	8537	8574
2,2	0,9	8610	8645	8679	8713	8745	8778	8809	8840	8870	8899
2,3	0,9	8928	8956	8983	9010	9036	9061	9086	9111	9134	9158
2,4	0,99	1802	2024	2240	2451	2656	2857	3053	3244	3431	3613
2,5	0,99	3790	3963	4132	4297	4457	4614	4766	4915	5060	5201
2,6	0,99	5339	5473	5603	5731	5855	5975	6093	6207	6310	6427
2,7	0,99	6533	6636	6736	6833	6928	7020	7110	7197	7282	7365
2,8	0,99	7445	7523	7509	7673	7774	7814	7882	7948	8012	8074
2,9	0,99	8134	8193	8250	8305	8359	8411	8462	8511	8559	8605
3,0	0,99	8650	8694	8736	8777	8817	8856	8893	8930	8965	8999
3,1	$0,9^3$	0324	0646	0957	1260	1553	1836	2112	2378	2636	2886

Продолжение табл. 2

x		0	l	2	3	4	5	6	7	8	9
3,2	$0,9^3$	3129	3363	3590	3810	4022	4230	4429	4623	4810	4991
3,3	0.9^3	5166	5335	5499	5658	5811	5959	6103	6242	6376	6505
3,4	$0,9^3$	6631	6752	6869	6982	7091	7197	7299	7398	7493	7585
3,5	$0,9^3$	7674	7760	7842	7922	7999	8074	8146	8215	8282	8347
3.6	$0,9^3$	8409	8469	8527	8583	8637	8689	8739	8787	8834	8879
3,7	$0,9^3$	8922	8964	9004	9043	9080	9116	9150	1849	9216	9247
3,8	$0,9^4$	2765	3052	3327	3593	3848	4094	4331	4558	4777	4988
3,9	$0,9^4$	5190	5385	5573	5753	5926	6092	6252	6406	6554	6696
4,0	$0,9^4$	6833	6964	7090	7211	7327	7439	7546	7649	7748	7843
4.1	$0,9^4$	7934	8022	8106	8186	8264	8338	8409	8477	8542	8606
4,2	$0,9^4$	8665	8723	8778	8832	8882	8931	8978	9023	9066	9107
4.3	$0,9^5$	1460	1837	2198	2544	2876	3193	3497	3788	4066	4332
4,4	0,95	4588	4832	5065	5288	5502	5706	5902	6089	'6268	6439
4,5	0,95	6602	6759	6908	7051	7187	7318	7442	7561	7675	7784
4,6	$0,9^5$	7888	7987	8081	8172	8258	8340	8419	8494	8566	8634
4,7	$0,9^5$	8699	8761	8821	8877	8931	8983	9032	9079	9124	9166
4,8	0,96	2067	2454	2882	3173	3508	3827	4131	4420	4696	4958
4,9	$0,9^e$	5208	5446	5673	5888	6094	6289	6475	6652	6821	6981
5,0	0,96	7134	7278	7416	7548	7672	7791	7904	8011	8113	8210
5,1	$0,9^6$	8302	8389	8472	8551	8626	8698	8765	8830	8891	8949
5,2	$0,9^7$	004	056	105	152	197	240	280	318	354	388
5,3	$0,9^7$	421	452	481	509	539	560	584	606	628	648
5,4	$0,9^7$	667	685	702	718	734	748	762	775	787	799
5,5	$0,9^7$	810	821	831	840	849	857	865	873	880	866
5,6	$0,9^7$	893	899	906	910	915	920	924	929	933	936
5,7	$0,9^8$	40	44	47	50	53	55	58	60	63	65
5,8	$0,9^8$	67	69	71	72	74	75	77	78	79	81
5,9	$0,9^8$	82	83	84	85	86	87	87	88	89	90
6,0	$0,9^8$	90			—	—	—	—	—	—	—

Таблица 3

Значение функции $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$

x		0	l	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,	3989	3989	3988	3988	3986	3984	3982	3980	3977	3973
0,1	0,	3970	3965	3961	3956	3951	3945	3939	3932	3925	3918
0,2	0,	3910	3902	3894	3885	3876	3867	3857	3847	3836	3825
0,3	0,	3814	3802	3790	3778	3765	3752	3739	3725	3712	3697
0,4	0,	3683	3668	3653	3637	3621	3605	3589	3572	3555	3538
0,5	0,	3521	3503	3485	3467	3448	3429	3410	3391	3372	3352
0,6	0,	3332	3312	3292	3271	3251	3230	3209	3187	3166	3144
0,7	0,	3123	3101	3079	3056	3034	3011	2989	2966	2943	2920
0,8	0,	2897	2874	2850	2827	2803	2780	2756	2732	2709	2685
0.9	0,	2661	2637	2613	2589	2565	2541	2516	2492	2468	2444
1,0	0,	2420	2396	2371	2347	2323	2299	2275	2251	2227	2203
1,1	0,	2179	2155	2131	2107	2083	2059	2036	2012	1989	1965
1,2	0,	1942	1919	1895	1872	1849	1826	' 1804	1781	1758	1736
1,3	0,	1714	1691	1669	1647	1626	1604	1582	1561	1539	1518
1,4	0,	1497	1476	1456	1435	1415	1394	1374	1354	1334	1315
1,5	0,	1295	1276	1257	1238	1219	1200	1182	1163	1145	1127
1,6	0,	1109	1092	1074	1057	1040	1023	1006	0989	0973	0957
1,7	0,0	9405	9246	9089	8933	8780	8628	8478	8329	8183	8038
1,8	0,0	7895	7754	7614	7477	7341	7206	7074	6943	6814	6687
1,9	0,0	6562	6438	6316	6195	6077	5959	5844	5730	5618	5508
2,0	0,0	5399	5292	5186	5082	4980	4879	4780	4682	4586	4491
2,1	0,0	4398	4307	4217	4128	4041	3955	3871	3788	3706	3626
2.2	0,0	3547	3470	3394	3319	3246	3174	3103	3034	2965	2898
2,3	0,0	2833	2768	2705	2643	2582	2522	2463	2406	2349	2294
2,4	0,0	2239	2186	2134	2083	2033	1984	1936	1888	1842	1797
2,5	0,0	1753	1709	1667	1625	1585	1545	1506	1468	1431	1394
2,6	0,0	1358	1324	1289	1256	1223	1191	1160	1130	1100	1071
2,7	0,0	1042	1014	0987	0961	0935	0909	0885	0861	0837	0814
2,8	0,00	7915	7696	7483	7274	7071	6873	6679	6491	6307	6127
2,9	0,00	5952	5782	5616	5454	5296	5143	4993	4847	4705	4567
3,0	0,00	4432	4301	4173,	4049	3928	3810	3695	3584	3475	3370
3,	0,00	4432	3267	2384	1723	1232	0873	0612	0425	0292	0199

Таблица 4

Квантили нормального распределения

U_p	ρ	U_p	ρ	U_p	ρ
0,00	0,5	0,37	0,6443	0,74	0,7703
0,01	0,504	0,38	0,6480	0,75	0,7734
0,02	0,508	0,39	0,6517	0,76	0,7764
0,03	0,512	040	0,6554	0,77	0,7794
0,04	0,516	0,41	0,6591	0,78	0,7823
0,05	0,5199	0,42	0,6628	0,79	0,7852
0,06	0,5239	0,43	0,6664	0,80	0,7881
0,07	0,5279	0,44	0,6700	0,81	0,7910
0,08	0,5319	0,45	0,6736	0,82	0,7939
0,09	0,5359	0,46	0,6772	0,83	0,7967
0,10	0,5398	0,47	0,6808	0,84	0,7995
0,11	0,5438	0,48	0,6844	0,85	0,8023
0,12	0,5478	0,49	0,6879	0,86	0,8051
0,13	0,5517	0,50	0,6915	0,87	0,8078
0,14	0,5557	0,51	0,6950	0,88	0,8106
0,15	0,5596	0,52	0,6985	0,89	0,8133
0,16	0,5636	0,53	0,7019	0,90	0,8159
0,17	0,5675	0,54	0,7054	0,91	0,8186
0,18	0,5714	0,55	0,7088	0,92	0,8222
0,19	0,5753	0,56	0,7123	0,93	0,8238
0,20	0,5793	0,57	0,7157	0,94	0,8264
0,21	0,5632	0,58	0,7190	0,95	0,8288
0,22	0,5871	0,59	0,7224	0,96	0,8315
0,23	0,5910	0,60	0,7257	0,97	0,8340
0,24	0,5948	0,61	0,7290	0,98	0,8365
0,25	0,5987	0,62	0,7324	0,99	0,8389
0,26	0,6026	0,63	0,7357	1,00	0,8413
0,27	0,6064	0,64	0,7389	1,01	0,8437
0,28	0,6103	0,65	0,7422	1,02	0,8461
0,29	0,6141	0,66	0,7454	1,03	0,8485
0,30	0,6179	0,67	0,7486	1,04	0,8508
0,31	0,6217	0,68	0,7517	1,05	0,8531
0,32	0,6255	0,69	0,7549	1,06	0,8554
0,33	0,6293	0,70	0,7580	1,07	0,8577
0,34	0,6331	0,71	0,7611	1,08	0,8599
0,35	0,6368	0,72	0,7642	1,09	0,8621
0,36	0,6406	0,73	0,7673		

Продолжение таблицы 4

U_p	ρ	U_p	ρ	U_p	ρ
1,10	0,8643	1,47	0,9292	1,84	0,9671
1,11	0,8665	1,48	0,9306	1,85	0,9678
1,12	0,8686	1,49	0,9319	1,86	0,9686
1,13	0,8708	1,50	0,9332	1,87	0,9693
1,14	0,8729	1,51	0,9345	1,88	0,9699
1,15	0,8749	1,52	0,9357	1,89	0,9706
1,16	0,8770	1,53	0,9370	1,90	0,9713
1,17	0,8790	1,54	0,9382	1,91	0,9719
1,18	0,8810	1,55	0,9394	1,92	0,9726
1,19	0,8830	1,56	0,9406	1,93	0,9732
1,20	0,8849	1,57	0,9418	1,94	0,9738
1,21	0,8869	1,58	0,9429	1,95	0,9744
1,22	0,8888	1,59	0,9441	1,96	0,9750
1,23	0,8907	1,60	0,9452	1,97	0,9756
1,24	0,8925	1,61	0,9463	1,98	0,9761
1,25	0,8944	1,62	0,9474	1,99	0,9767
1,26	0,8962	1,63	0,9484	2,00	0,9772
1,27	0,8960	1,64	0,9495	2,10	0,9821
1,28	0,8997	1,65	0,9505	2,20	0,9861
1,29	0,9015	1,66	0,9515	2,30	0,9893
1,30	0,9032	1,67	0,9525	2,40	0,9918
1,31	0,9049	1,68	0,9535	2,50	0,9938
1,32	0,9066	1,69	0,9545	2,60	0,9953
1,33	0,9082	1,70	0,9554	2,70	0,9965
1,34	0,9099	1,71	0,9564	2,80	0,9974
1,35	0,9115	1,72	0,9573	2,90	0,9981
1,36	0,9131	1,73	0,9582	3,00	0,9986
1,37	0,9147	1,74	0,9571	3,10	0,9990
1,38	0,9162	1,75	0,9599	3,20	0,9993
1,39	0,9177	1,76	0,9608	3,30	0,9995
1,40	0,9192	1,77	0,9616	3,40	0,9997
1,41	0,9207	1,78	0,9625	3,50	0,9998
1,42	0,92222	1,79	0,9633	3,60	0,9999
1,43	0,9236	1,80	0,9641	3,70	0,9999
1,44	0,9251	1,81	0,9649	3,80	0,9999
1,45	0,9265	1,82	0,9656	3,90	1
1,46	0,9279	1,83	0,9664		

Варианты заданий

Практическая работа №1

Расчет плотности вероятности наступления отказа в зависимости от наработки

Вариант 1

60	97	105	118
66	90	83	127
130	59	61	93

Вариант 2

50	97	110	118
66	75	83	150
120	40	68	93

Вариант 3

90	97	105	118
66	75	83	127
148	22	68	93

Вариант 4

50	97	128	144
66	77	83	127
120	59	88	93

Вариант 5

50	97	90	118
88	75	83	134
110	59	45	93

Практическая работа № 2

Определение вероятности безотказной работы невосстанавливаемых изделий и оценка рассеивания результатов расчета.
Исходные данные:

Вариант№1	N_0=105, t_{min}=8 тыс.км, t_{max}=120 тыс.км
Вариант№2	N_0=105, t_{min}=9 тыс.км, t_{max}=125тыс.км
Вариант№3	N_0=105, t_{min}=10тыс.км, t_{max}=130 тыс.км
Вариант№4	N_0=105, t_{min}=11 тыс.км, t_{max}=140 тыс.км
Вариант№5	N_0=105, t_{min}=12 тыс.км, t_{max}=150 тыс.км

Практическая работа №3

Определение срока службы сопряжения

Вариант№1	$\delta_{\max}=150\textit{мкм},\ \delta_1=10\textit{мкм},\ \alpha=60^0,\ t_1=0{,}02t_2.$
Вариант№2	$\delta_{\max}=120\textit{мкм},\ \delta_1=5\textit{мкм},\ \alpha=30^0,\ t_1=0{,}02t_2.$
Вариант№3	$\delta_{\max}=140\textit{мкм},\ \delta_1=10\textit{мкм},\ \alpha=60^0,\ t_1=0{,}02t_2.$
Вариант№4	$\delta_{\max}=160\textit{мкм},\ \delta_1=5\textit{мкм},\ \alpha=30^0,\ t_1=0{,}02t_2.$
Вариант№5	$\delta_{\max}=130\textit{мкм},\ \delta_1=10\textit{мкм},\ \alpha=60^0,\ t_1=0{,}02t_2.$

Практическая работа № 4.

Определение вероятности безотказной работы системы (резервирование)

Дана система, состоящая из 4-х элементов, вероятность безотказной работы которых равна:

Вариант№1	$P_1(t)=0{,}75;\ P_2(t)=0{,}82;\ P_3(t)=0{,}60;\ P_4(t)=0{,}97.$
Вариант№2	$P_1(t)=0{,}73;\ P_2(t)=0{,}84;\ P_3(t)=0{,}52;\ P_4(t)=0{,}99.$
Вариант№3	$P_1(t)=0{,}78;\ P_2(t)=0{,}80;\ P_3(t)=0{,}59;\ P_4(t)=0{,}98.$
Вариант№4	$P_1(t)=0{,}73;\ P_2(t)=0{,}85;\ P_3(t)=0{,}52;\ P_4(t)=0{,}96.$
Вариант№5	$P_1(t)=0{,}82;\ P_2(t)=0{,}80;\ P_3(t)=0{,}55;\ P_4(t)=0{,}95.$

Практическая работа № 5

Определение средней наработки до отказа при известной вероятности безотказной работы.

Исходные данные:

Вариант№1	$t = 10 тыс.км, P(t) = 0,98$, показатели безотказности подчиняются экспоненциальному закону.
Вариант№2	$t = 10 тыс.км, P(t) = 0,95$, показатели безотказности подчиняются экспоненциальному закону.
Вариант№3	$t = 20 тыс.км, P(t) = 0,95$, показатели безотказности подчиняются экспоненциальному закону.
Вариант№4	$t = 15 тыс.км, P(t) = 0,92$, показатели безотказности подчиняются экспоненциальному закону.
Вариант№5	$t = 20 тыс.км, P(t) = 0,90$, показатели безотказности подчиняются экспоненциальному закону.

Практическая работа № 6

Определение вероятности безотказной работы при распределении отказов по нормальному закону (закону Гаусса)

Исходные данные:

Вариант№1	$t_{ср} = 200 тыс.км$, $\sigma = 40 тыс.км.$, $t_1 = 200 тыс.км$.
Вариант№2	$t_{ср} = 200 тыс.км$, $\sigma = 20 тыс.км.$, $t_1 = 250 тыс.км$.
Вариант№3	$t_{ср} = 300 тыс.км$, $\sigma = 40 тыс.км.$, $t_1 = 200 тыс.км$.
Вариант№4	$t_{ср} = 100 тыс.км$, $\sigma = 20 тыс.км.$, $t_1 = 250 тыс.км$.
Вариант№5	$t_{ср} = 400 тыс.км$, $\sigma = 20 тыс.км.$, $t_1 = 200 тыс.км$.

Практическая работа №7

Определение наработки изделия по заданной вероятности отказа (безотказности)
Исходные данные:

$t_{ср} = 200 тыс.км$, $\sigma = 40 тыс.км.$, $F(t) = 0,9$

Вариант№1	$t_{ср} = 200 тыс.км$, $\sigma = 40 тыс.км.$, $F(t) = 0,9$
Вариант№2	$t_{ср} = 200 тыс.км$, $\sigma = 20 тыс.км.$, $F(t) = 0,9$
Вариант№3	$t_{ср} = 300 тыс.км$, $\sigma = 40 тыс.км.$, $F(t) = 0,9$
Вариант№4	$t_{ср} = 100 тыс.км$, $\sigma = 20 тыс.км.$, $F(t) = 0,9$
Вариант№5	$t_{ср} = 400 тыс.км$, $\sigma = 20 тыс.км.$, $F(t) = 0,9$

Практическая работа №8

Определение вероятности безотказной работы при заданной наработке

Исходные данные:

Путем обработки данных об отказах изделия выявлено, что распреде-ление отказов происходит по закону Вейбулла с параметрами:

Вариант№1	t_0 -параметр масштаба $t_0 = 100 тыс.км$; b - параметр формы $b = 2$, при заданной наработке $t = 40 тыс.км$
Вариант№2	t_0 -параметр масштаба $t_0 = 90 тыс.км$; b - параметр формы $b = 2$, при заданной наработке $t = 20 тыс.км$
Вариант№3	t_0 -параметр масштаба $t_0 = 150 тыс.км$; b - параметр формы $b = 2$, при заданной наработке $t = 40 тыс.км$
Вариант№4	t_0 -параметр масштаба $t_0 = 100 тыс.км$; b - параметр формы $b = 2$, при заданной наработке $t = 20 тыс.км$
Вариант№5	t_0 -параметр масштаба $t_0 = 80 тыс.км$; b - параметр формы $b = 2$, при заданной наработке $t = 20 тыс.км$

Практическая №9

Прогнозирование надежности зубчатых колес автомобилей

Исходные данные:

Для расчета зубчатых колес трансмиссий легковых автомобилей принято (см. таблицу 9.1):

Таблица 9.1

Вариант №	ϑ_F	*mF*	ϑ_H	*mH*	P_1	P_2	$S_{\lg R_{1F}}$	$S_{\lg R_{1H}}$
1	0,08	9	0,12	3	0,9	0,84	0,15	0,075
2	0,09	8	0,12	3	0,9	0,85	0,15	0,075
3	0,10	7	0,12	3	0,9	0,86	0,15	0,075
4	0,10	9	0,12	3	0,9	0,84	0,15	0,075
5	0,07	8	0,12	3	0,9	0,85	0,15	0,075
6	0,08	7	0,12	3	0,9	0,86	0,15	0,075