

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»**
Высшая школа технологии и энергетики
Кафедра основы конструирования машин

ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ МАШИН

Выполнение лабораторных работ

Методические указания для студентов всех форм обучения
по направлению подготовки

15.03.02 — Технологические машины и оборудование

Составители:

Н. Н. Кокушин

И. В. Ключкин

В. Е. Головкин

П. В. Кауров

Ф. Д. Шишкин

Санкт-Петербург
2023

Утверждено
на заседании кафедры ОКМ
10.09.2020 г., протокол № 1
Рецензент И. В. Антонов

Методические указания соответствуют программе и учебному плану дисциплины «Основы надежности машин» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование». В методических указаниях представлен порядок выполнения и оформления лабораторных работ.

Методические указания предназначены для бакалавров очной и заочной форм обучения.

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД
в качестве методических указаний

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 03.02.2023 г. Рег. № 5085/22

Высшая школа технологии и энергетики СПб ГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.

©ВШТЭ СПбГУПТД, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Лабораторная работа № 1.....	5
Лабораторная работа № 2.....	8
Лабораторная работа № 3.....	11
Экспериментальные стенды.....	14
1. Стационарный стенд.....	14
2. Переносной стенд.....	15
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	17

ВВЕДЕНИЕ

Задача методических указаний состоит в закреплении знаний, полученных при прохождении теоретической части курса, привитии навыков сбора и обработки экспериментальных статистических данных по надежности техники.

В методические указания включены лабораторные работы, посвященные проверке выполнения основных законов надежности: экспоненциального, нормального, закона Вейбулла. Указанные распределения наработок до отказа характерны для основных стадий эксплуатации невосстанавливаемых изделий – стадии нормальной эксплуатации и стадии износных (постепенных) отказов. Определение в условиях цеха вида распределения в принципе позволяет прогнозировать потребность в запасных изделиях (запчастях) для такой же техники, работающей в тех же условиях. Настоящие методические указания имеют своей основной задачей привитие навыков решения указанной задачи.

Ввиду того, что все лабораторные работы проводятся на одних и тех же испытательных стендах (установках), моделирующих указанные распределения наработок до отказа, их описание приведено отдельно в конце методических указаний.

Студенты допускаются к лабораторной работе после сдачи отчета по предыдущей работе и коллоквиума по содержанию отчетной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫЙ ЗАКОН НАДЕЖНОСТИ

1.1. Введение

Экспоненциальный закон надежности обычно имеет место на стадии нормальной эксплуатации (стадии эксплуатации новой техники); при этом вероятность безотказной работы меняется во времени по следующей зависимости:

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (1.1)$$

Проверка выполнения экспоненциального закона по данным эксплуатации и определение интенсивности отказов могут быть произведены следующим образом.

Если в ходе работы (испытаний) выполняется экспоненциальный закон, то логарифмирование обеих частей (1.1) и умножение на -1 получившегося равенства дают линейную зависимость:

$$-\ln P(t) = \lambda t \quad (1.2)$$

Так как имеем:

$$P \cong \frac{N_p(t)}{N} = \frac{N-n(t)}{N} \quad , \quad (1.3)$$

где N – общее число испытываемых изделий;

$n(t)$ – число изделий, отказавших за время t ;

$N_p(t)$ – число изделий, оставшихся работоспособными к моменту времени t ($N_p(t) + n(t) = N \forall t$), то соблюдается и следующее приближенное равенство:

$$-\ln \frac{N_p(t)}{N} \cong \lambda t \quad (1.4)$$

Таким образом, определяя значение функции

$$-\ln \frac{N_p(t)}{N} = -\ln \frac{N-n(t)}{N} \quad (\text{при } n=1, 2, \dots, N)$$

и нанося эти значения на график в зависимости от времени (в моменты отказов), при экспоненциальном законе получаем, что точки графика должны ложиться примерно на прямую линию, проходящую через начало координат (рис. 1). Тангенс угла наклона прямой согласно зависимости (1.4) равен интенсивности отказов λ .

$$-\ln \frac{N_p(t)}{N}$$

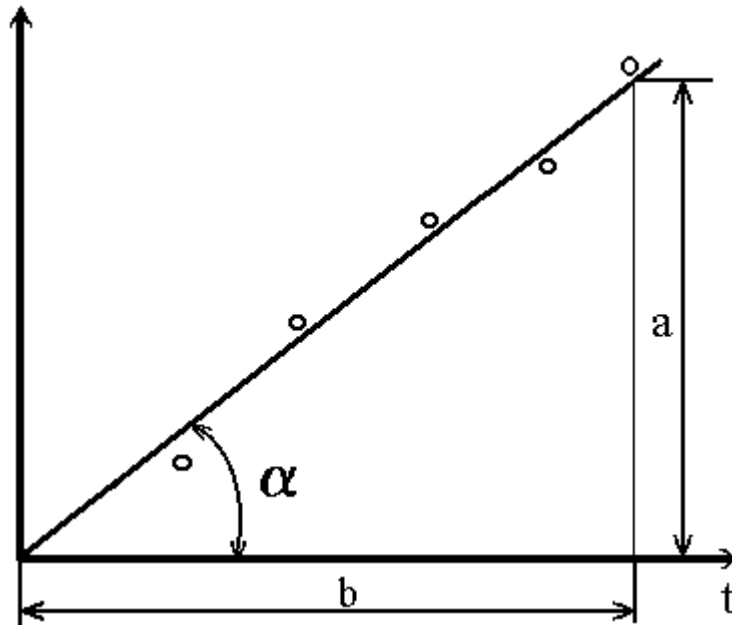


Рис. 1. Проверка выполнения экспоненциального закона надежности

Таким образом, если при построении графика (рис. 1) точки лягутся на прямую линию, то в ходе работы (испытаний) имел место экспоненциальный закон надежности с интенсивностью отказов $\lambda = \text{tg}\alpha$.

Полученные результаты можно использовать при прогнозировании надежности и, в частности, хода отказов во времени для аналогичных изделий, работающих в таких же условиях. Действительно, при этом также должен выполняться экспоненциальный закон надежности с такой же интенсивностью отказов λ .

Так, для вероятности отказа безотказной работы $Q(t)$ имеем:

$$Q(t) \cong \frac{n(t)}{N}, \quad (1.5)$$

то при экспоненциальном законе выполняется:

$$n(t) \cong Q(t) \cdot N = [1 - P(t)] \cdot N = (1 - e^{-\lambda t}) \cdot N \quad (1.6)$$

Зависимость (1.6) позволяет определить количество отказов n за время t в группе одинаковых изделий N , если выполняется экспоненциальный закон надежности, и отказы идут с интенсивностью λ . Время каждого отказа в соответствии с зависимостью (1-4) равно:

$$t_{\text{отк}} \cong \frac{1}{\lambda} \left[-\ln \frac{N_p(t)}{N} \right] = \frac{1}{\lambda} \left[-\ln \frac{N-n(t)}{N} \right], \quad (1.7)$$

где $n = 1, 2, \dots, N$.

Ожидаемое количество отказов $n(t)$ по (1.6) определит количество запасных изделий, необходимое для замены изделий, вышедших из строя.

1.2. Цель работы

Получение на лабораторном стенде (в модельных условиях) распределения наработок изделий до отказа. Проверка выполнения экспоненциального закона надежности, определение интенсивности отказов λ .

1.3. Проведение работы

В ходе работы с помощью секундомера фиксируется модельное время отказов, которое затем переводится в реальные наработки до отказов по соотношению:

$$1 \text{ мин } [t \text{ мод}] = K \text{ ч } [t_p]$$

Величина переводного множителя K задаётся преподавателем. Полученные данные заносятся в таблицу 1.1.

Таблица 1.1

Номера отказов, n	1	2	3	и т.д.
t мод, мин, с				
t реальн., ч				

1.4. Обработка результатов

1. Находятся количества работоспособных изделий: $N_p = N - n$, остающихся после каждого отказа, определяются значения функции $-\ln N_p/N$, полученные данные записываются в таблицу 1.2.

Таблица 1.2

n	N_p	$-\ln \frac{N_p}{N}$	t реальн.
1	2	3	4

2. По данным таблицы 1.2 строится график зависимости:

$$-\ln \frac{N_p}{N} = \varphi(t_p).$$

Точки на графике наносятся в моменты отказов. При линейном виде графика находится интенсивность отказов $\lambda = tg\alpha$ (величину $tg\alpha$ следует определить по соотношению $tg\alpha = a/b$ (см. рис. 1, где величины катетов a и b брать в единицах осей на графике).

3. При заданных значениях N и t определить на будущее потребность в запасных изделиях (зависимость 1.6). При заданном N определить моменты времени нескольких первых отказов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

НОРМАЛЬНЫЙ ЗАКОН НАДЁЖНОСТИ

2.1. Введение

Нормальный закон надежности часто имеет место на третьей стадии эксплуатации – стадии износовых (постепенных) отказов. При этом случайная величина $T_ш$ – наработка до отказа на третьей стадии имеет следующую функцию плотности вероятности:

$$f_H(t) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-m_t)^2}{2S^2}}, \quad (2.1)$$

где m_t – математическое ожидание наработок до отказа;

S – среднеквадратичное отклонение наработок на третьей стадии (m_t и S – параметры нормального закона).

Для проверки выполнения нормального закона данные эксплуатации (испытаний на надёжность) обрабатываются в следующем порядке.

1. Разбиение периода испытаний (эксплуатации) на ряд интервалов времени Δt_i .

Занесение значений Δt_i в таблицу 2.2, колонка 2 (напр.: $\Delta t_1 = [0,2 \times 10^3 \text{ч}]$ и т.д.) Определение количества отказов $n_{i \text{ эксп}}$ по интервалам времени Δt_i , занесение $n_{i \text{ эксп}}$ в колонку 3 таблицы 2.2. Построение гистограммы количеств отказов $n_{i \text{ эксп}}$ по интервалам времени Δt_i (рис. 2).

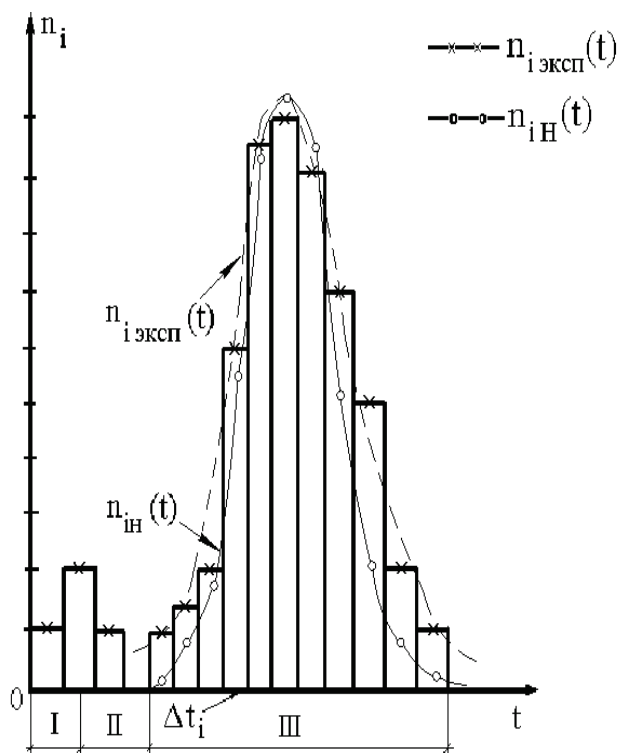


Рис. 2. Гистограмма количеств отказов по интервалам времени Δt_i

Графики $n_{i \text{ эксп}}(t)$ – экспериментально полученных и $n_{iH}(t)$ – соответствующих нормальному закону количеств отказов в зависимости от времени на стадии износных (постепенных) отказов.

2. Определение по гистограмме наличия и продолжительности характерных стадий эксплуатации (в т. ч. стадии III – износных (постепенных) отказов).

Занесение в таблицу 2.2 (колонка 4) значений t_{cpi} – средних значений времени t по интервалам Δt_i .

Определение суммарного количества отказов на третьей стадии:

$$N_{III} = \sum n_{i \text{ эксп. III}}.$$

3. Определение статистических оценок параметров нормального закона по данным испытаний на третьей стадии:

$$\left. \begin{aligned} m_t &\cong \bar{m}_t = \frac{\sum t_{i III}}{N_{III}} \\ S &\cong \bar{S} = \sqrt{\frac{\sum (t_{i III} - \bar{m}_t)^2}{N_{III} - 1}} \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

(значения $t_{i III}$ наработок до отказа на третьей стадии берутся из таблицы 2.1).

4. Запись функции $f_H(t)$ на третьей стадии по данным испытаний:

$$f_H(t) \cong \frac{1}{\bar{S}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\bar{m}_t)^2}{2\bar{S}^2}}, \quad (2.3)$$

где значения \bar{m}_t и \bar{S} подставляются по данным п.3.

5. Вычисление значений функции $f_H(t_{cpi})$ в серединах интервалов Δt_i через $f_0(x_i)$ – функцию распределения стандартного нормального распределения.

а) Вычисление значений x_i :

$$x_i = \frac{t_{cpi} - \bar{m}_t}{\bar{S}},$$

занесение x_i в колонку 5 таблицы.

б) Нахождение значений $f_0(x_i)$:

$$f_0(x_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x_i^2}{2}}$$

по таблицам из справочников (см. Приложение).

Значение $f_0(x_i)$ заносят в колонку 6 таблицы.

в) Вычисление значений функции распределения плотности вероятности $f_n(t_{cpi})$ (с занесением в колонку 7):

$$f_n(t_{cpi}) = \frac{f_0(x_i)}{S}.$$

6. Вычисление количеств отказов n_{iH} (по интервалам времени Δt_i), строго соответствующих нормальному закону надежности в виде (2.3):

$$n_{iH} = N_{III} \cdot \Delta t \cdot f_n(t_{cpi})$$

Вычисления производятся в пределах стадии III, результаты занести в колонку 8 таблицы.

7. Нанесение на гистограмму значений $n_{i \text{ эксп.}}$, n_{iH} в серединах интервалов Δt_i стадии III, проведение соответствующих графиков, сравнение их, выводы о соответствии распределения наработок до отказа на стадии III нормальному закону надежности.

2.2. Цель работы

Получение на стенде (в модельных условиях) распределения наработок изделий до отказа.

Проверка выполнения нормального закона надежности на стадии износовых (постепенных) отказов. Определение средней наработки до отказа и среднеквадратичного отклонения наработок на этой стадии.

2.3. Проведение работы

В ходе работы с помощью секундомера фиксируются модельные наработки до отказов, которые затем переводятся в реальные наработки по соотношению:

$$I \text{ мин}[t_{\text{мод}}] = K_{\text{ч}}[t_{\text{р}}].$$

Величина переводного множителя «К» задается преподавателем.

Полученные данные заносятся в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Номера отказов, n	1	2	3	и т.д.
t мод, мин. с.				
t _p , ч				

2.4. Обработка результатов

1. Заполняется таблица 2.2 (см. введение к работе)

Таблица 2-2

n	Δt_i , ч	n_i эксп.	$t_{срi}$, ч	x_i	$f_0(x_i)$	$f_H(t_{срi})$	n_{iH}
1	2	3	4	5	6	7	8

2. Находятся параметры и выражение нормального закона надежности на III стадии.

3. По данным таблицы 2.2 строятся: гистограмма количества отказов $n_{i \text{ эксп.}}$ – по интервалам времени Δt_i ; графики $n_{i \text{ эксп.}}(t)$ и $n_{iH}(t)$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ЗАКОН НАДЕЖНОСТИ ВЕЙБУЛЛА

3.1. Введение

Законом Вейбулла, как более универсальным по сравнению с законами экспоненциальным и нормальным, может быть описано распределение наработок до отказа, как на стадии нормальной эксплуатации, так и на стадии износных (постепенных) отказов. Например, это может быть сделано при нарушении условий точного выполнения указанных двух законов.

Согласно закону Вейбулла зависимость вероятности безотказной работы от времени имеет вид:

$$P(t) = e^{-\frac{t^m}{T}}, \quad (3.1)$$

где m – параметр формы, $T = t_0$ – параметр масштаба.

Проверка выполнения закона Вейбулла и определение параметров m и T могут быть произведены по данным эксплуатации (испытаний) на основании следующего. Логарифмируя (3.1), получаем:

$$\ln P = -\frac{t^m}{T}, \quad (3.2)$$

после умножения (3.2) на (3.1) имеем:

$$-\ln P = \frac{t^m}{T}. \quad (3.3)$$

Введя обозначение $y = -\ln P$, получаем зависимость:

$$y = \frac{t^m}{T}. \quad (3.4)$$

Логарифмирование (3.4) нам дает:

$$\ln y = m \ln t - \ln T \quad (3.5)$$

или, подставляя (3.3):

$$\ln(-\ln P) = m \ln t - \ln T \quad (3.6)$$

Зависимость (3.6) показывает, что при соблюдении закона Вейбулла имеет место линейная зависимость

$$\ln(-\ln P) \text{ от } \ln t.$$

С учетом зависимости:

$$P \cong \frac{N_p(t)}{N} = \frac{N-n(t)}{N}, \quad (3.7)$$

на основании (3.6) получаем приближенное равенство:

$$\ln(-\ln \frac{N_p(t)}{N}) \cong m \ln t - \ln T. \quad (3.8)$$

Таким образом, находя значения

$$\ln(-\ln \frac{N_p(t)}{N}) = \ln(-\ln \frac{N-n(t)}{N}) \text{ при } n = 1, 2, \dots, N$$

и нанося их на график в зависимости от $\ln(t)$, где t берется в моменты отказов, при выполнении закона Вейбулла должны получать, что точки графика располагаются на прямой линии (рис. 3).

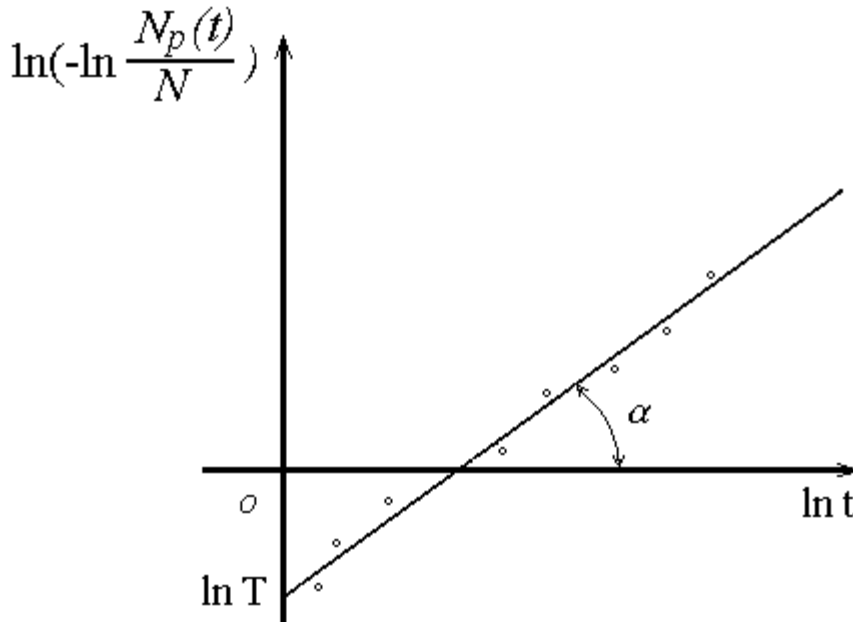


Рис. 3. Проверка выполнения закона надежности Вейбулла

Данный график позволяет проверить соблюдение закона Вейбулла и определить его параметры m и T .

Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования хода отказов во времени у аналогичных изделий, работающих в таких же условиях, и, тем самым, для определения потребности в запасных изделиях (запчастях).

Аналогично зависимости (1.6) для количества отказов $n(t)$ можно записать:

$$n(t) \cong Q(t) \cdot N = [1 - P(t)] \cdot N = (1 - e^{-\frac{t^m}{T}}) \cdot N \quad (3.9)$$

Тем самым определяется и требуемое количество запасных изделий (запчастей) на период времени от 0 до t . Время каждого отказа найдем, решая (3.8) относительно t :

$$t_{\text{отк}} = e^{\frac{1}{m}[\ln(-\ln \frac{N_p}{N}) + \ln T]} \quad (3.10)$$

3.2. Цель работы

Получение на стенде в модельных условиях распределения наработок до отказа. Проверка выполнения закона надежности Вейбулла, определение значений параметров закона.

3.3. Проведение работы

В ходе работы с помощью секундомера фиксируется модельное время отказов, которое затем переводится в реальные наработки до отказов по соотношению:

$$1 \text{ мин } [t \text{ мод}] = K \text{ ч } [t_p].$$

Полученные данные заносятся в таблицу 3.1.

Таблица 3.1

Номера отказов, n	1	2	3	и т.д.
t мод, мин. с.				
t_p , ч				

3.4. Обработка результатов

1. Находятся количества работоспособных изделий: $N_p = N - n$, остающиеся после каждого отказа, определяются величины:

$$P \cong \frac{N_p}{N}, -\ln \frac{N_p}{N}, \ln(-\ln \frac{N_p}{N}), \ln t_p.$$

Полученные данные заносят в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

n	N_p	$P \cong N_p/N$	$-\ln N_p/N$	$\ln(-\ln N_p/N)$	t_p ч.	$\ln t_p$
1	2	3	4	5	6	7

2. По данным таблицы 3.2 строится график зависимости:

$\ln(-\ln \frac{N_p}{N}) = f(\ln t_p)$ – (колонка 5 в зависимости от колонки 7, точки на графике соответствуют моментам времени отказов). При линейном виде графика находятся значения параметров m и T (величину m следует определять аналогично интенсивности отказов λ в работе 1).

3. При заданных значениях N и t определить потребность в запасных изделиях на будущее (зависимость 3.9). При заданном N определить моменты времени нескольких первых отказов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ СТЕНДЫ

1. Стационарный стенд

Основной частью стенда является плата с расположенными на ней электролампочками.

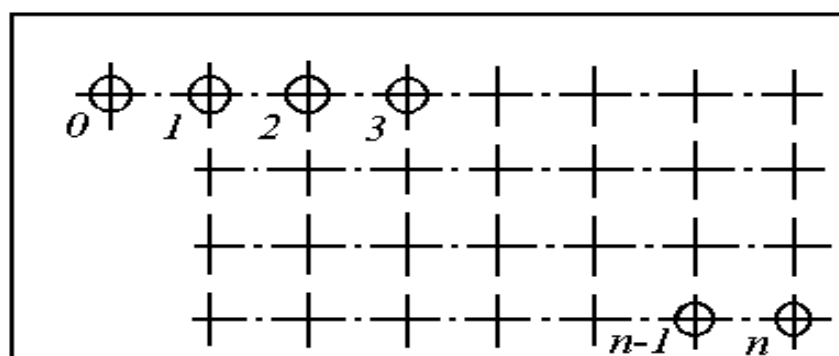


Рис. 4. Плата стационарного стенда надёжности

На подготовленном к работе стенде загорание нулевой лампочки моделирует начало испытания на надежность. Загорание последующих лампочек моделирует отказы изделий.

При загорании нулевой лампочки включается секундомер, который не выключается до конца работы. При загорании последующих лампочек фиксируются модельные моменты отказов 1-го, 2-го и т. д. изделий. Указанные наработки на отказы записываются в табл. 1.1, 2.1 или 3.1.

Включение стенда в сеть производится через штеккеры, обеспечивающие загорание лампочек по требуемому закону надежности.

2. Переносной стенд

Переносной стенд включает шкалу, вдоль которой с постоянной скоростью движется стрелка указателя. На шкале кружками отмечены моменты отказов.

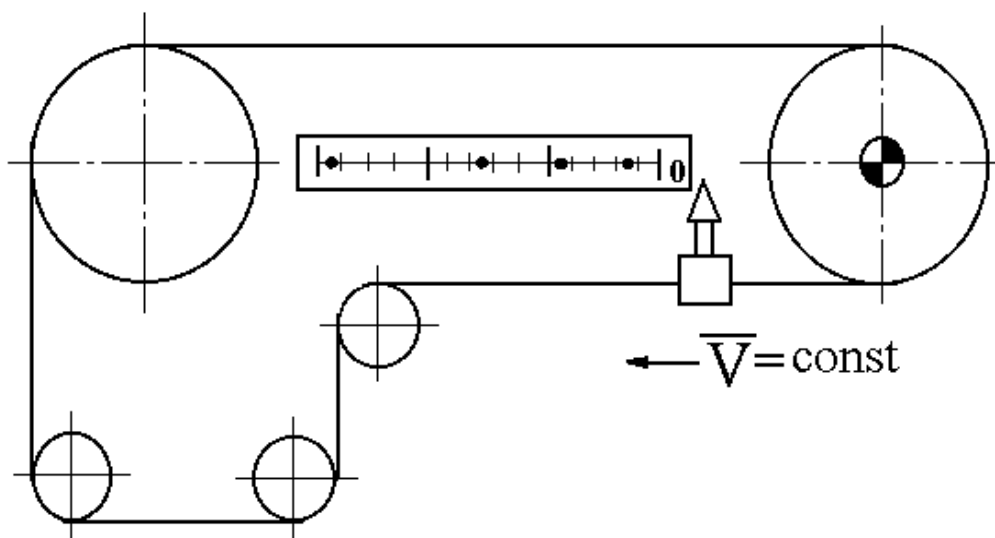


Рис. 5. Переносной стенд надежности

Подход стрелки указателя к началу шкалы моделирует начало испытаний на надежность. Дальнейший подход стрелки к кружкам на шкале моделирует моменты отказов.

Секундомер включается при подходе стрелки указателя к началу шкалы, затем фиксируются модельные наработки на отказы, которые записываются в табл. 1.1, 2.1 или 3.1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Решетов, Д. Н. Надёжность машин [Текст]: учебное пособие / Решетов, Д. Н., Иванов А. С., Фадеев, В. З. – М.: Высшая школа, 1988. – 238с.
2. Амалицкий, В. В. и др. Надёжность машин и оборудования лесного комплекса [Текст]: учебное пособие / В. В. Амалицкий и др. – М.: МГУЛ, 2002. – 279с.
3. Проников, А. С. Надежность машин [Текст]: учебное пособие / А. С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
4. ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения [Текст] (введен в действие в 1989 году).
5. ГОСТ 27.002-2015. Надёжность в технике. Термины и определения [Текст]. Введен в действие в РФ с 1 марта 2017 г. для добровольного применения взамен ГОСТ 27.002-89.

ПРИЛОЖЕНИЕ

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

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	x
0,0	0,3989	3989	3989	3988	3986	3984	3982	3980	3977	3973	0,0
0,1	3970	3965	3961	3956	3951	3945	3939	3932	3925	3918	0,1
0,2	3910	3902	3894	3885	3876	3867	3857	3847	3836	3825	0,2
0,3	3814	3802	3790	3778	3765	3752	3739	3726	3712	3697	0,3
0,4	3683	3668	3653	3637	3621	3605	3589	3572	3555	3538	0,4
0,5	3521	3503	3485	3467	3448	3429	3410	3391	3372	3352	0,5
0,6	3332	3512	3292	3271	3251	3230	3209	3187	3166	3144	0,6
0,7	3123	3101	3079	3056	3034	3011	2989	2966	2943	2920	0,7
0,8	2897	2874	2850	2827	2803	2780	2756	2732	2709	2685	0,8
0,9	2661	2637	2613	2589	2565	2541	2516	2492	2468	2444	0,9
1,0	0,2420	2396	2371	2347	2323	2299	2275	2251	2227	2203	1,0
1,1	2179	2155	2131	2107	2083	2059	2036	2012	1989	1965	1,1
1,2	1942	1919	1895	1872	1849	1826	1804	1781	1758	1736	1,2
1,3	1714	1691	1669	1647	1626	1604	1582	1561	1539	1518	1,3
1,4	1497	1476	1456	1435	1415	1394	1374	1354	1334	1315	1,4
1,5	1295	1276	1257	1238	1219	1200	1182	1163	1145	1127	1,5
1,6	1109	1092	1074	1057	1040	1023	1006	0989	0973	0957	1,6
1,7	0940	0925	0909	0893	0878	0863	0848	0833	0818	0804	1,7
1,8	0790	0775	0761	0748	0734	0721	0707	0694	0681	0669	1,8
1,9	0656	0644	0632	0620	0608	0596	0584	0573	0562	0551	1,9
2,0	0,0540	0529	0519	0508	0498	0488	0478	0468	0459	0449	2,0
2,1	0440	0431	0422	0413	0404	0396	0388	0379	0371	0363	2,1
2,2	0355	0347	0339	0332	0325	0317	0310	0303	0297	0290	2,2
2,3	0283	0277	0270	0264	0258	0252	0246	0241	0235	0229	2,3
2,4	0224	0219	0213	0208	0203	0198	0194	0189	0184	0180	2,4
2,5	0175	0171	0167	0163	0158	0154	0151	0147	0143	0139	2,5
2,6	0136	0132	0129	0126	0122	0119	0116	0113	0110	0107	2,6
2,7	0104	0101	0099	0096	0093	0091	0088	0086	0084	0081	2,7
2,8	0079	0077	0075	0073	0071	0069	0067	0065	0063	0061	2,8
2,9	0060	0058	0056	0055	0053	0051	0050	0048	0047	0046	2,9
3,0	0,0044	0043	0042	0040	0039	0038	0037	0036	0035	0034	3,0
3,1	0033	0032	0031	0030	0029	0028	0027	0026	0025	0025	3,1
3,2	0024	0023	0022	0022	0021	0020	0020	0019	0018	0018	3,2
3,3	0017	0017	0016	0016	0015	0015	0014	0014	0013	0013	3,3
3,4	0012	0012	0012	0011	0011	0010	0010	0010	0009	0009	3,4
3,5	0009	0008	0008	0008	0008	0007	0007	0007	0007	0006	3,5
3,6	0006	0006	0006	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0004	3,6
3,7	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0003	0003	0003	0003	3,7
3,8	0003	0003	0003	0003	0003	0002	0002	0002	0002	0002	3,8
3,9	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0001	0001	3,9
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	x