

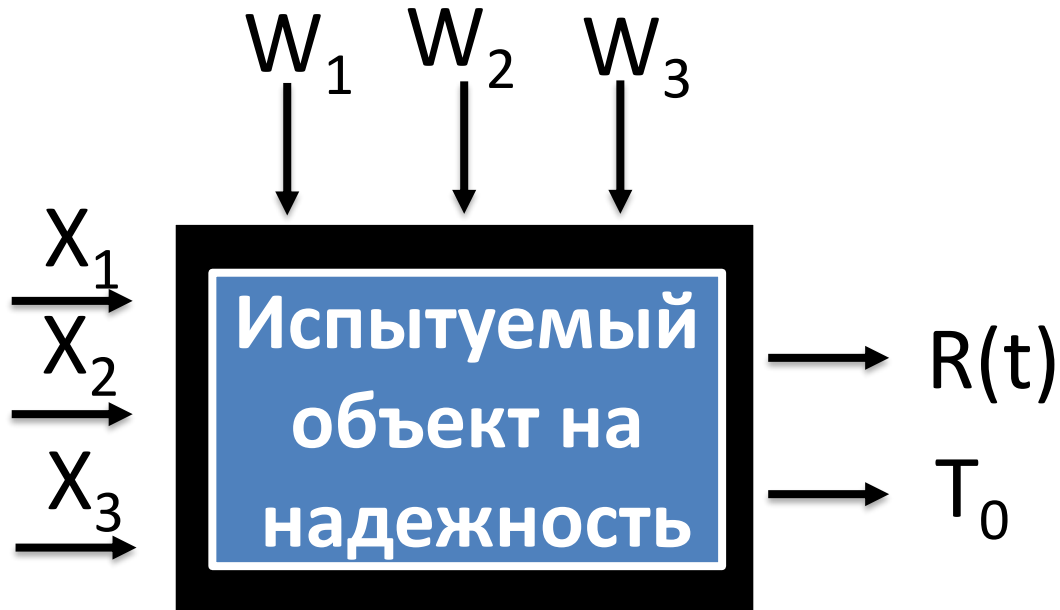
Семинар
№2



Эксплуатационная надежность технических систем

- 1) Основные понятия и определения теории надежности;
- 2) Повреждения и отказы.

Пример представления объекта в виде математической модели



$$R(t) = 1 - \frac{n(t)}{N}$$
$$T_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i$$

Случайные величины

Случайная величина - это величина, которая появляется в результате изучения модели окружающей среды, которая зависит от условий эксперимента.

andom
riable

Possu
Valu

$$X = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$$

Дискретные случайные величины

x	P(x)
1	0.10
2	0.30
3	0.45
4	0.15

Непрерывные случайные величины

Свойства случайных величин

- Произведение случайных величин к вероятности появления событий называется **математическим ожиданием**.

- Математическое ожидание определяется формулой:

$$m_k = \sum_{i=1}^n x_i^k \cdot p_i, \text{ где } k=1,2,3\dots$$

- **Дисперсией случайной величины** называется математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания и определяется формулой:

$$D[X] = \sum (x_i - m_x)^2 \cdot p_i$$

$$D[X] = \int_{-\infty}^{\infty} (x_i - m_x)^2 f(x) dx$$

Вероятности возникновения событий

Число опытов,
(m_i)



Общее число
опытов, (n_i)

=

Частота
появления
события, m_i/n_i

Рост числа
опытов

Вероятность
появления
события,
 P_i

$$0 \leq P \leq 1$$

$$\sum p_i = 1$$

Задачи по определению вероятности наступления событий

- **Задача 1.** Вероятность отказа измерительного устройства зависит от трех последовательно соединенных приборов, каждый из которых независимо от других может выйти из строя. Вероятность отказа первого прибора равна $P(A_1) = 0,9$; второго – $P(A_2) = 0,8$, третьего – $0,8$. Необходимо определить надежности работы приборов в целом.

$$P(A) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3)$$

- **Задача 2.** В результате испытаний двух расходомеров установлена вероятность наблюдения помех, которая оценивается по двухбалльной системе:

Уровень помех, балл	Вероятность наблюдения помех данного уровня	
	Расходомер 1	Расходомер 2
1	0,20	0,03
2	0,065	0,15

По приведенным данным выбрать расходомер, который в среднем имеет меньший уровень помех и более устойчивые показания.

$$D[X] = \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2 \cdot p_i$$

Задачи по определению вероятности наступления событий

• **Задача 1.** На промышленные испытания поставлено 60 буровых лебедок. Испытания проводились в течение 2000 часов. В ходе испытаний отказало 6 буровых лебедок. Определить статистическую оценку вероятности безотказной работы изделий за время 2000 часов.

Решение.

Вероятность безотказной работы определяется в предположении, что в начале интервала времени (момент начала исчисления наработки) изделие находится в работоспособном состоянии.

Статистическая оценка вероятности безотказной работы определяется по формуле

$$R(t) = 1 - \frac{n(t)}{N} ,$$

где N – число объектов, работоспособных в начальный момент времени;
 $n(t)$ – число объектов, отказавших на отрезке от 0 до t .

Вероятность безотказной работы является:

- показателем безотказности;
- единичным, так как характеризует только одно свойств – безотказность;
- экспериментальным, так как определяется по результатам испытаний;
- групповым, так как характеризует надежность партии изделий.

Оценка среднего значения наработки до первого отказа

• **Задача 2.** На промышленные испытания поставлено 60 буровых лебедок. Испытания проводились в течение 2000 часов. Зафиксированы отказы буровых лебедок в моменты времени $t_1 = 1210$ ч; $t_2 = 480$ ч; $t_3 = 900$ ч; $t_4 = 700$ ч; $t_5 = 1900$ ч; $t_6 = 1100$ ч; остальные буровые лебедки не отказали. Найти статистическую оценку среднего значения наработки до первого отказа.

Решение.

Средняя наработка до первого отказа – это математическое ожидание наработки по первого отказа.

Средняя наработка до первого отказа по статистическим данным определяется по формуле

$$T = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i ,$$

Средняя наработка до первого отказа является:

- показателем безотказности;
- единичным, так как характеризует только одно свойств – безотказность;
- экспериментальным, так как определяется по результатам испытаний;
- групповым, так как характеризует надежность партии изделий.