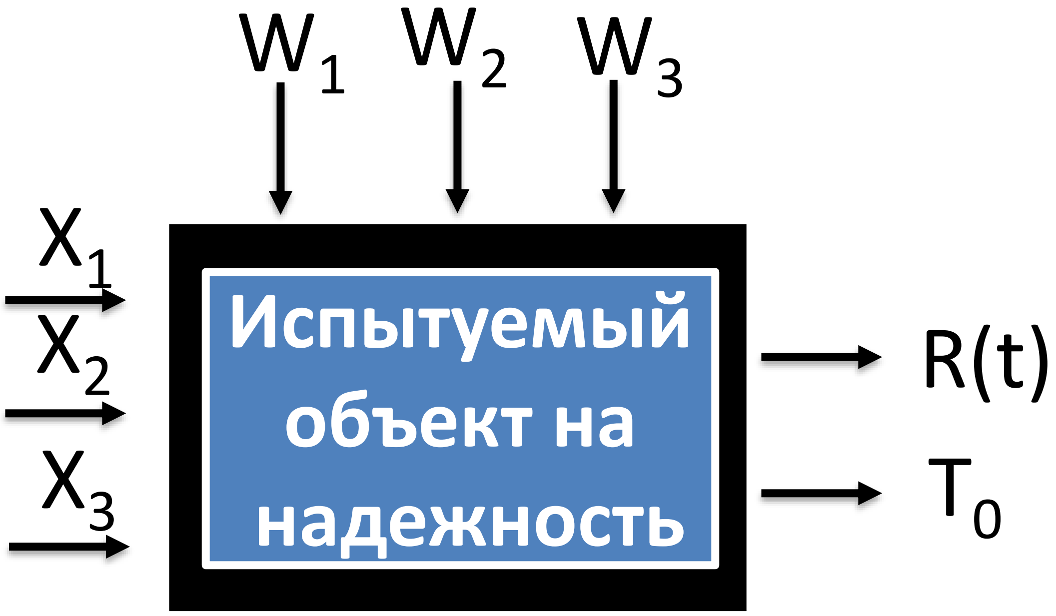
Семинар №1

Надежность технических систем

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

Пример представления объекта в виде математической модели

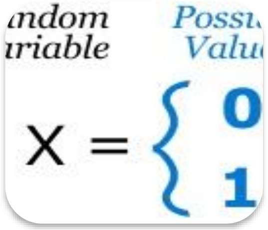


$$R(t) = 1 - \frac{n(t)}{N}$$

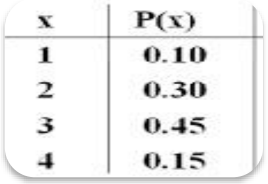
$$T_0 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} t_i$$

Случайные величины

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



Дискретные случайные величы



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:

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

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

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

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

Вероятности возникновения событий

Число опытов, (mi)

Общее число опытов, (ni)

Частота появления события, m_i/n_i

Рост числа опытов

Вероятность появления события, Pi

$0 \leq P \leq 1$

$\sum p_i = 1$

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 (A1) = 0,9; второго – P (A2) = 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.

$$D[X] = \sum_{i=1}^{n}(x_{\mathrm{i}} - m_{\chi})^2 \cdot p_{\mathrm{i}}$$

Задачи по определению вероятности наступления событий

- **Задача 1**. На промысловые 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

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

где N – число объектов, работоспособных в начальный момент времени;
п(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 промысловые 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

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

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.