

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ



**ИННОВАЦИОННАЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ПРОГРАММА**

# Надежность информационных систем

Автор курса лекций:

Шегал Анна Айзиковна, канд.техн.наук, доцент кафедры «Технологии и средства связи» УГТУ-УПИ

# Расчет аппаратурной надежности ИС на этапе проектирования

## Цели изучения

- Определение понятия логическое соединение элементов в системе.
- Изучение основ расчета надежности нерезервированной невозстанавливаемой системы.
- Рассмотрение классификации резервированных систем (структурная избыточность).
- Изучение основ расчета надежности резервированной невозстанавливаемой системы.
- Рассмотрение основ расчета надежности восстанавливаемой системы.

# Логические схемы соединения элементов в системе

**Логическая схема** является логической моделью безотказной работы системы.

Предполагается:

- отказы элементов независимы,
- элементы и система могут находиться только в двух состояниях: работоспособном или неработоспособном.

Перед составлением логической схемы производится анализ функционирования системы и элементов в течение заданной наработки. Определяется содержание термина «безотказная работа системы». Перечисляются и описываются возможные отказы элементов и системы. Оценивается влияние отказа каждого элемента на работоспособность системы.

Функциональные (электрические) связи между элементами заменяются логическими, характеризующими безотказную работу системы в зависимости от работоспособности или отказа каждого компонента.

# Последовательное соединение элементов

Соединение элементов в системе называется **последовательным**, если отказ любого из элементов приводит к отказу системы или относительно противоположного события: работоспособное состояние системы имеет место только в одном случае, когда работоспособны все элементы системы.

При последовательном соединении элементов  $P(t)$  – вероятность безотказной работы системы на отрезке времени  $[0, t]$  определяется произведением вероятностей безотказной работы всех элементов соединения:

$$P(t) = \prod_j P_j(t) \quad (4.1),$$

где  $P_j(t)$  – вероятность безотказной работы  $j$ -го элемента последовательного соединения ( $j=1, \dots, n$ ).

# Параллельное соединение элементов в систему

Соединение элементов в системе называется **параллельным**, если работоспособное состояние системы имеет место, когда работоспособен хотя бы один элемент соединения или относительно противоположного события: **отказ системы наступает только в том случае, когда откажут все элементы соединения.**

При параллельном соединении элементов  $Q(t)$  – вероятность отказа системы на отрезке времени  $[0, t]$  определяется произведением вероятностей отказа всех элементов соединения:

$$Q(t) = \prod_j Q_j(t) \quad (4.2) \quad ,$$

где  $Q_j(t)$  – вероятность безотказной работы  $j$ -го элемента последовательного соединения ( $j=1, \dots, n$ ).

Параллельное по надежности соединение называется также **резервированным** соединением.

# Расчет надежности нерезервированной

## невосстанавливаемой системы

Рассмотрим вычислительную систему (ВС) состоящую из  $n$  элементов (функциональных узлов).

Допустим, что отказ любого из элементов не зависит от состояния других элементов, не вызывает изменения характеристик (не нарушает работоспособности) остальных элементов и приводит к отказу всей системы. Это допущение может быть принято в случае, когда отказ любого элемента является внезапным, мгновенно приводящим к отказу системы. Следовательно, ВС имеет **последовательное по надежности** соединение элементов, а вероятность безотказной работы определяется как

$$P(t) = \prod_j P_j(t)$$

Вероятность отказа системы –  $Q(t)$  как вероятность противоположного события:

$$Q(t) = 1 - \prod_j P_j(t) \quad (4.3).$$

При произвольном законе распределения времени наработки до отказа для каждого из элементов вероятность безотказной работы системы определится так:



# Расчет надежности нерезервированной невосстанавливаемой системы

$$P(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\int_0^t \lambda_i(\tau) d\tau} \quad (4.4)$$

Для наиболее часто применяемого экспоненциального распределения времени наработки до отказа элементов, при котором  $\lambda(t) = \text{const}$  (период нормальной эксплуатации элементов), выражение (4.4) примет вид:

$$P(t) = \exp\left(-t \sum_{i=1}^n \lambda_i\right) \quad , (4.5)$$

где  $\lambda_i$  – интенсивности отказа  $i$  – компонентов ВС приводятся в специальных отраслевых справочниках по комплектующим элементам. Можно представить сумму интенсивностей отказов одним эквивалентным элементом, имеющим интенсивность

$$\lambda_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i = \text{const} \quad , (4.6)$$

а среднее время наработки до отказа  $T_0 = 1/\lambda_0$  (4.7)

# Информационное обеспечение лекции

## Литература по теме:

- Александровская Л.Н. Современные методы безотказности сложных технических систем: учебник. / Л.Н Александровская, А.П. Афанасьев, А.А. Лисов. - М.: «Логос», 2003.
- Острейковский В.А. Теория надежности: учебник для вузов. /В.А. Острейковский.- М.: Высшая школа, 2003