

# **СТРУКТУРНИ МОДЕЛИ НА НАДЕЖДНОСТ НА ПРОИЗВОДСТВЕНИТЕ И ОПЕРАЦИОННИТЕ СИСТЕМИ**

- 1. Надеждност на производствени и операционни системи с последователно свързани структурни елементи.**
- 2. Надеждност на производствени и операционни системи с паралелно свързани структурни елементи.**
- 3. Надеждност на производствени и операционни системи със „смесено“ свързани структурни елементи**

---

**Борислав Николов**

# Структурни модели на надеждност на ПОС

## Основни положения

*Анализирането на надеждността на ПОМ, налага основно вниманието да бъде съсредоточено към функционалните взаимовръзки между отделните „технически елементи“ и съответно тяхната последователност, както и към тяхното влияние, което оказват върху системата като цяло [5].*

# **Структурни модели на надеждност на ПОС**

## **Основни положения**

**Съчетаване на структурните елементи в ПОС [5]:**

- ✓ **Последователно съчетаване;**
- ✓ **Паралелно съчетаване;**
- ✓ **„Смесено съчетаване“.**

# Структурни модели на надеждност на ПОС

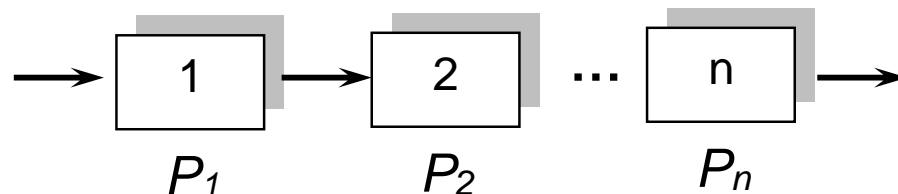
Надеждност на производствени и операционни системи с **последователно свързани структурни елементи**

При последователно свързани технически елементи, отказът на един елемент води до отказ на цялата система.

*Например,* повечето машинни задвижвания, трансмисии и др. се подчиняват на този принцип. В този случай ако някоя предавка, лагер, съединител или др. в задвижването на машината се повреди, тогава цялото задвижване спира да функционира.

# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи с **последователно свързани структурни елементи**



*Вероятността за безотказна работа, при последователно съчетаване на отделните елементи се определя по следната зависимост:*

$$P(t) = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_n = \prod_{i=1}^n P_i$$

# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи с последователно свързани структурни елементи

**Пример [5]:**

Нека да допуснем, че дадена система се състои от три последователно свързани елемента: А, В и С. Вероятността за безотказна работа на тези елементи е както следва:

$$P_A=0,75 \quad P_B=0,91 \quad P_C=0,88$$

Следователно надеждността на системата е:

$$P(t)=0,75.0,91.0,88 = 0,60$$

# Структурни модели на надеждност на ПОС

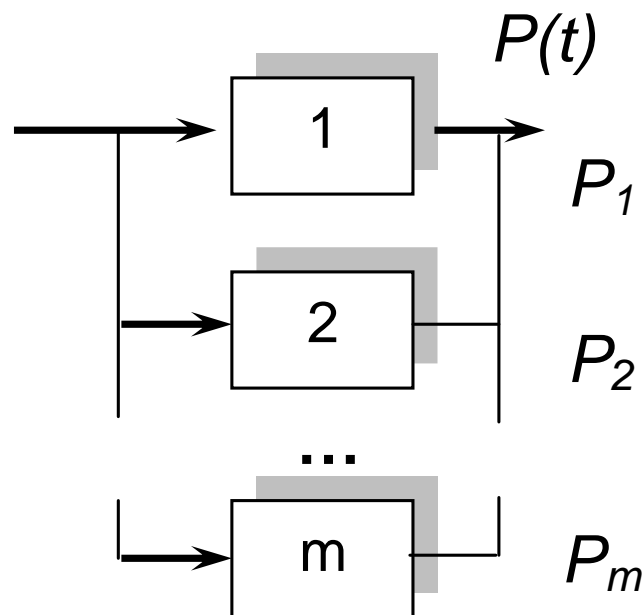
Надеждност на производствени и операционни системи с **паралелно свързани структурни елементи**

За да се увеличи надеждността на сложни системи, може да се използват дублиращи технически елементи.

По този начин, ако в един от елементите настъпи отказ, останалите ще изпълняват функциите си и системата ще продължи работата си [5].

# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи с паралелно свързани структурни елементи





# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи с **паралелно** свързани структурни елементи

*Вероятността за безотказна работа, при паралелно съчетаване на отделните елементи се определя по следната зависимост:*

$$P(t) = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_i)$$

# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи с паралелно свързани структурни елементи

## **Пример [5]:**

Нека да допуснем, че дадена система се състои от три паралелно свързани елемента: А, В и С. Вероятността за безотказна работа на тези елементи е както следва:

$$P_A=0,75$$

$$P_B=0,80$$

$$P_C=0,79$$

Следователно надеждността на системата е:

$$P(t)=1-[(1-0,75).(1-0,80).(1-0,79)] = 0,99$$

# ***Структурни модели на надеждност на ПОС***

Надеждност на производствени и операционни системи със смесено свързани структурни елементи [5]:

- ✓ ***Паралелно-последователните структури;***
- ✓ ***Последователно-паралелните структури.***

# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи със **смесено свързани структурни елементи**

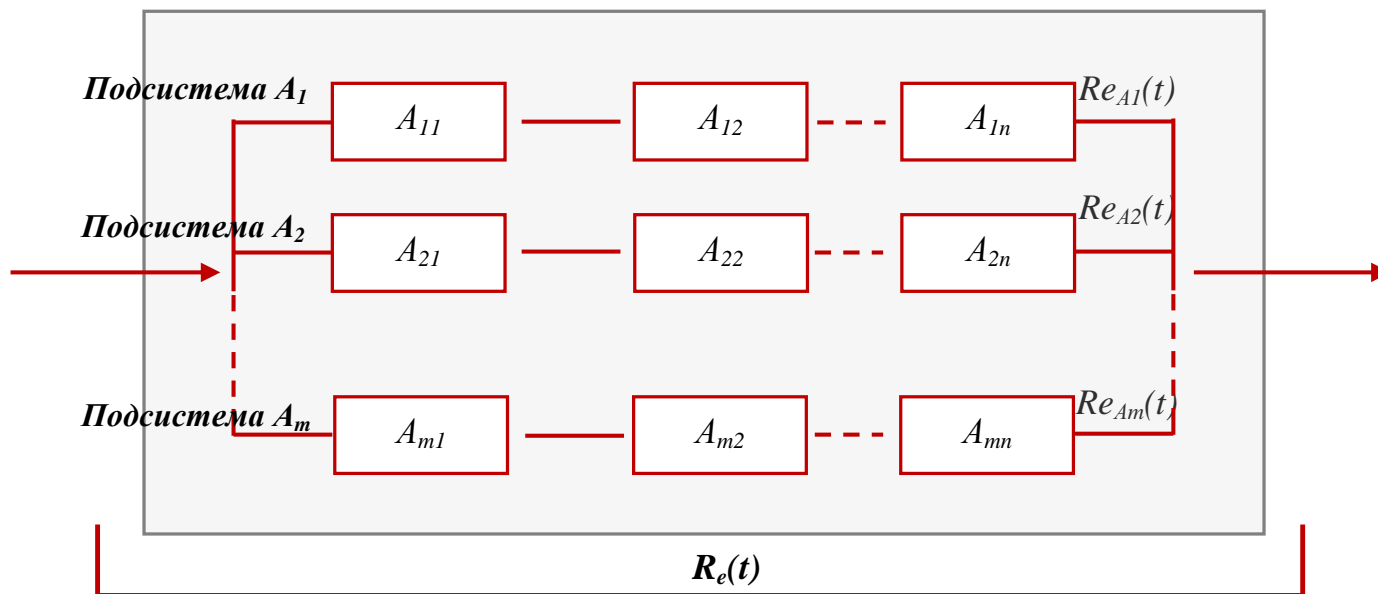
## *Паралелно-последователните структури*

характеризират се с това, че дадена система може да съдържа  $m$  подсистеми ( $A_1, A_2, A_m$ ), свързани паралелно, като всяка подсистема съдържа  $n$  „технически елемента“, свързани последователно [5].

# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи **със смесено свързани структурни елементи**

*Паралелно-последователните структури [5]:*



# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи **със смесено свързани структурни елементи**

## *Паралелно-последователните структури*

за определяне на надеждността на **паралелно-последователни структури**, които се характеризират с  $m$  паралелно свързани подсистеми  $(A_1, A_2, A_m)$ , всяка съдържа  $n$  „технически елемента“, свързани последователно, е в сила равенството:

$$P(E) = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P_{A_j}) = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - \prod_{i=1}^n P_{ij}) = R_e = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - R_{A_j}) = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - \prod_{i=1}^n R_{eij})$$

# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи със смесено свързани структурни елементи

## *Последователно-паралелните структури [5]*

характеризират се с това, че дадена система може да съдържа  $n$  подсистеми  $(A_1, A_2, A_n)$ , свързани последователно, като всяка подсистема съдържа  $m$  „технически елемента“, свързани паралелно

# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи **със смесено свързани структурни елементи**

## *Последователно-паралелните структури [5]*

В този случай за вероятността за безотказна работа, респективно надеждността на системата, е в сила равенството:

$$P(E) = \prod_{j=1}^n P_{A_j} = \prod_{j=1}^n (1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_{ij})) = R_e = \prod_{j=1}^n R_{A_j} = \prod_{j=1}^n (1 - \prod_{i=1}^m (1 - R_{ij}))$$



# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи **със смесено свързани структурни елементи**

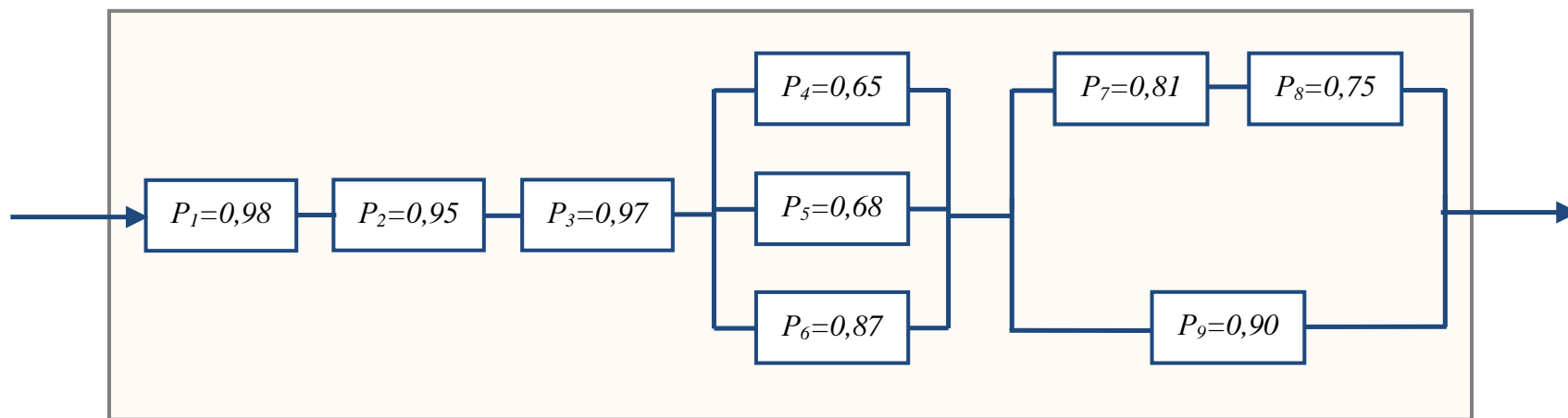
## **Пример [5]:**

*Да се определи каква е вероятността  $P(t)$  за безотказна работа на система и съответно нейната надеждност, състояща се от 3 подсистеми, като са известни следните изходни данни:*

# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи със смесено свързани структурни елементи

*Пример:...*



# Структурни модели на надеждност на ПОС

Надеждност на производствени и операционни системи **със смесено свързани структурни елементи**

**Решение:...**

$$P(t) = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot [1 - (1 - P_4) \cdot (1 - P_5) \cdot (1 - P_6)] \cdot [1 - (1 - P_7 \cdot P_8) \cdot (1 - P_9)] =$$
$$= 0.98 \cdot 0.95 \cdot 0.97 \cdot [1 - (1 - 0.65) \cdot (1 - 0.68) \cdot (1 - 0.87)] \cdot [1 - (1 - 0.81 \cdot 0.75) \cdot (1 - 0.90)] = 0.85$$

**т.е. вероятността на системата за безотказна работа е 0,85  
(т.е. 85%)**

# ***Резервиране на надеждността на ПОС***

---

**Резервиране на надеждността на  
производствените и операционните  
системи**

# **Резервиране на надеждността на ПОС**

**Резервирането на надеждността е свързано с повишаването на безотказността и нормалната работоспособност на системата като цяло, посредством резервиране на нейните „технически елементи“ или подсистеми [5].**

# ***Резервиране на надеждността на ПОС***

***В зависимост от режима на работа на системата резервирането може да бъде [5]:***

***✓ Горещо (натоварено);***

***✓ Облекчено;***

***✓ Студено.***

# ***Резервиране на надеждността на ПОС***

## ***Горецо (натоварено) резервиране***

*в режима на работа на основните „технически елементи“ паралелно са включени резервни.*

# Резервиране на надеждността на ПОС

## Облекчено резервиране

*разновидност на горещото резервиране, като при него резервните елементи работят при облекчен режим (с по-ниска натовареност) от основните.*



# ***Резервиране на надеждността на ПОС***

## ***Студеното резервиране***

*резервните „технически елементи“ се включват само след отказ на основните. Например „чрез заместване“ .*

# **Резервиране на надеждността на ПОС**

**В зависимост от вида на резервиране могат да бъдат обособени [5]:**

- ✓ Структурно;**
- ✓ Информационно;**
- ✓ Времево резервиране.**

# Резервиране на надеждността на ПОС

## Структурното резервиране

състои се в използването на допълнителни „технически елементи“, които се включват в работата на системата при определени условия, *например* при опасност от отказ в системата, или при наличие на отказ в системата или др.

# Резервиране на надеждността на ПОС

## Информационното резервиране

свързано е с повишаване надеждността на допълнителната информация, *например* отказ в информационната система при управление на производствените данни.

# Резервиране на надеждността на ПОС

## Времовото резервиране

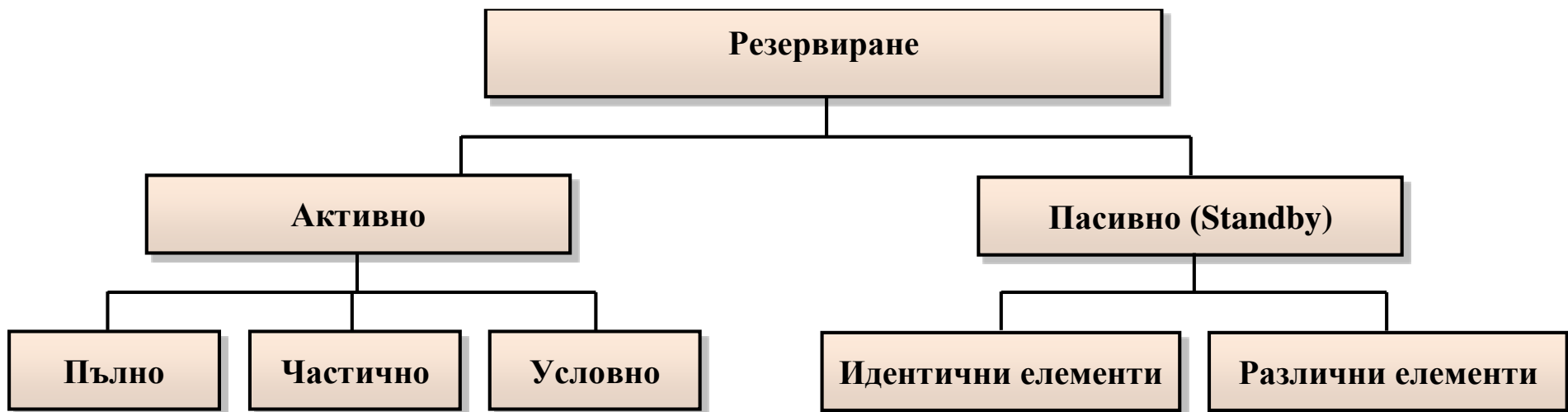
свързано с приложението на резерв от време, *например* при отказ в системата тя да може да продължи да изпълнява функциите си до нейното възстановяване.

# Резервиране на надеждността на ПОС

- 👉 В практиката най-широко приложение намира **структурното резервиране**, където се използват различни начини на включване на резервни „технически елементи“ в системата;
- 👉 При този начин на резервиране са обособени две основни групи – **активно и пасивно структурно резервиране в системата**.

# Резервиране на надеждността на ПОС

## Структурното резервиране [5]



# Резервиране на надеждността на ПОС

## Активното резервиране

*представлява паралелно свързани „технически елементи“ в системата (например паралелни системи), при които отказ настъпва само, когато настъпи отказ във всички елементи.*



# **Резервиране на надеждността на ПОС**

## **Пасивно (Standby) резервиране (режим на готовност)**

*използват се допълнителни „технически елементи“ (подсистеми), които се активират (с помощта на превключвател) само, когато в основните настъпи отказ .*

# Резервиране на надеждността на ПОС

Пасивно (Standby) резервиране (режим на готовност) [5]

