

# «Моделирование»

**Преподаватель:** АЛИЕВ Тауфик Измайлович,  
*доктор технических наук, профессор*

---

**Национальный исследовательский университет ИТМО  
(НИУ ИТМО)**

*Факультет программной инженерии и  
компьютерной техники*

## 6. СИСТЕМЫ С ПРИОРИТЕТНЫМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ

1. Базовая модель с неоднородным потоком
2. Характеристики системы с ДО БП и ДО ОП
3. Характеристики системы с ОП в режиме перегрузки
4. Характеристики системы с АП
5. Дисциплины обслуживания со смешанными приоритетами (ДО СП)
6. GPSS-модель разомкнутой СеМО с неоднородным потоком и приоритетами

# Литература

## для самостоятельной подготовки

1. Алиев Т.И. Моделирование дискретных систем. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с. **(раздел 4 «Аналитическое моделирование», параграф 4.3)**

[https://books.ifmo.ru/book/445/osnovy\\_modelirovaniya\\_diskretnyh\\_sistem.htm](https://books.ifmo.ru/book/445/osnovy_modelirovaniya_diskretnyh_sistem.htm)

2. Алиев Т.И., Муравьева-Витковская Л.А., Соснин В.В. Моделирование: задачи, задания, тесты. Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2011. – 197 с.

**(раздел 1 параграф 1.3 пункты 1.3.4 – 1.3.6;**

**раздел 2 параграф 2.2 (задачи 2.14 – 2.21);**

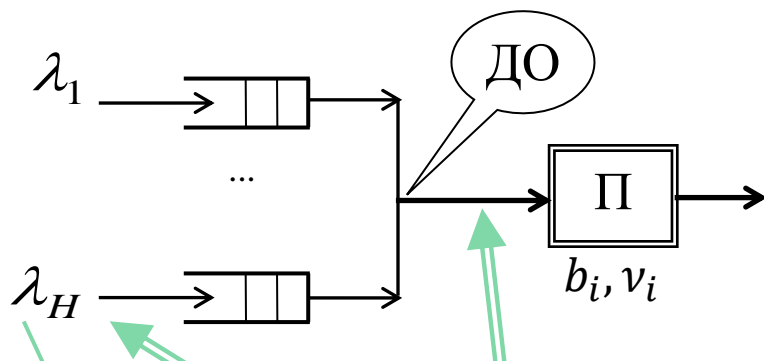
**раздел 4 параграф 4.4)**

<https://books.ifmo.ru/book/686/modelirovanie: zadachi, zadaniya, testy.htm>

# 5. Системы с приоритетным обслуживанием

## 6. Системы с приоритетным обслуживанием

### Базовая модель с неоднородным потоком заявок



#### Деление на классы:

- 1) длительности обслуживания;
- 2) приоритеты.

#### Дисциплины обслуживания (ДО):

БП, ОП, АП, СП, ...

#### Две группы характеристик обслуживания заявок:

- характеристики по каждому классу (поток) заявок:  $y_i, \rho_i, l_i, m_i, w_i, u_i$  ( $i = \overline{1, N}$ );
- характеристики объединенного (суммарного) потока заявок:

$$\Lambda = \sum_{i=1}^H \lambda_i; \quad Y = \sum_{i=1}^H y_i; \quad R = \sum_{i=1}^H \rho_i; \quad L = \sum_{i=1}^H l_i; \quad M = \sum_{i=1}^H m_i;$$

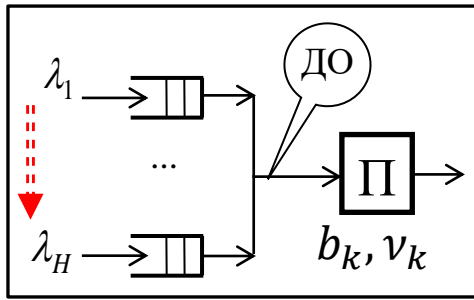
$$W = \sum_{i=1}^H \xi_i w_i;$$

$$U = \sum_{i=1}^H \xi_i u_i;$$

$\xi_i = \lambda_i / \Lambda \leq 1$  ( $i = \overline{1, H}$ ) - вероятность

## 6. Системы с приоритетным обслуживанием

### Характеристики системы с ДО БП и ДО ОП



$$w_k^{\text{БП}} = \frac{\sum_{i=1}^H \lambda_i b_i^2 (1 + v_{b_i}^2)}{2(1 - R)} \quad (k = 1, \dots, H)$$

$$R = \sum_{i=1}^H \rho_i = \sum_{i=1}^H \lambda_i b_i < 1$$

$$w_k^{\text{ОП}} = \frac{\sum_{i=1}^H \lambda_i b_i^2 (1 + v_{b_i}^2)}{2(1 - R_{k-1})(1 - R_k)} \quad (k = 1, \dots, H)$$

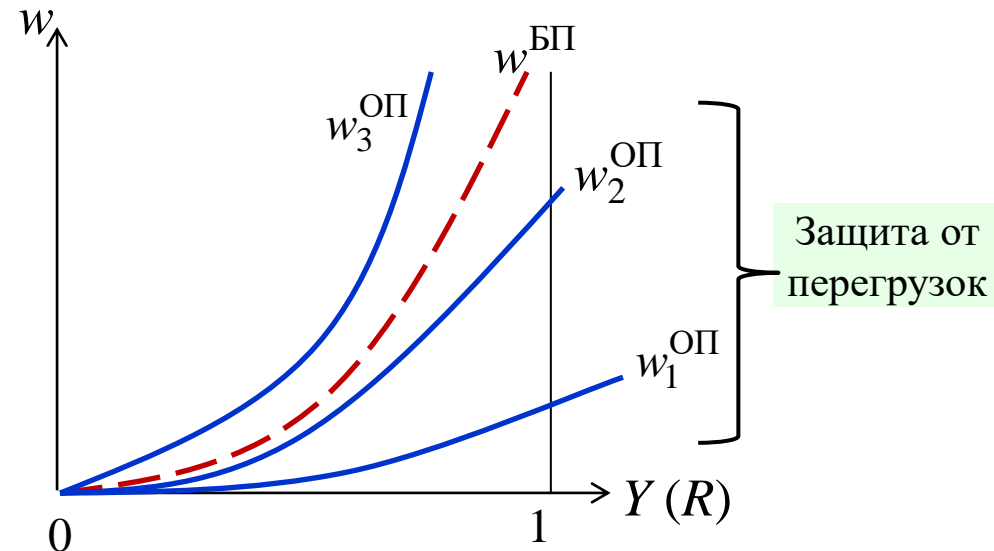
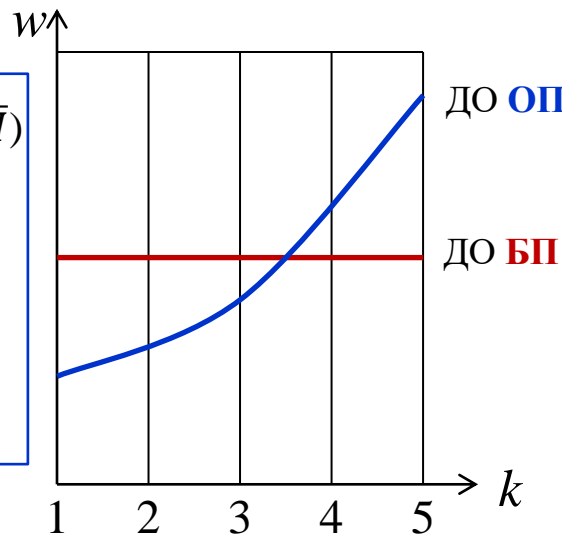
$$R_{k-1} = \sum_{i=1}^{k-1} \rho_i; \quad R_k = \sum_{i=1}^k \rho_i \quad (R_0 = 0)$$

$$w_k^{\text{БП}} = w_k^{\text{ОП}} \quad (k = \overline{1, H})$$

$$w_1^{\text{ОП}} < w_1^{\text{БП}}$$

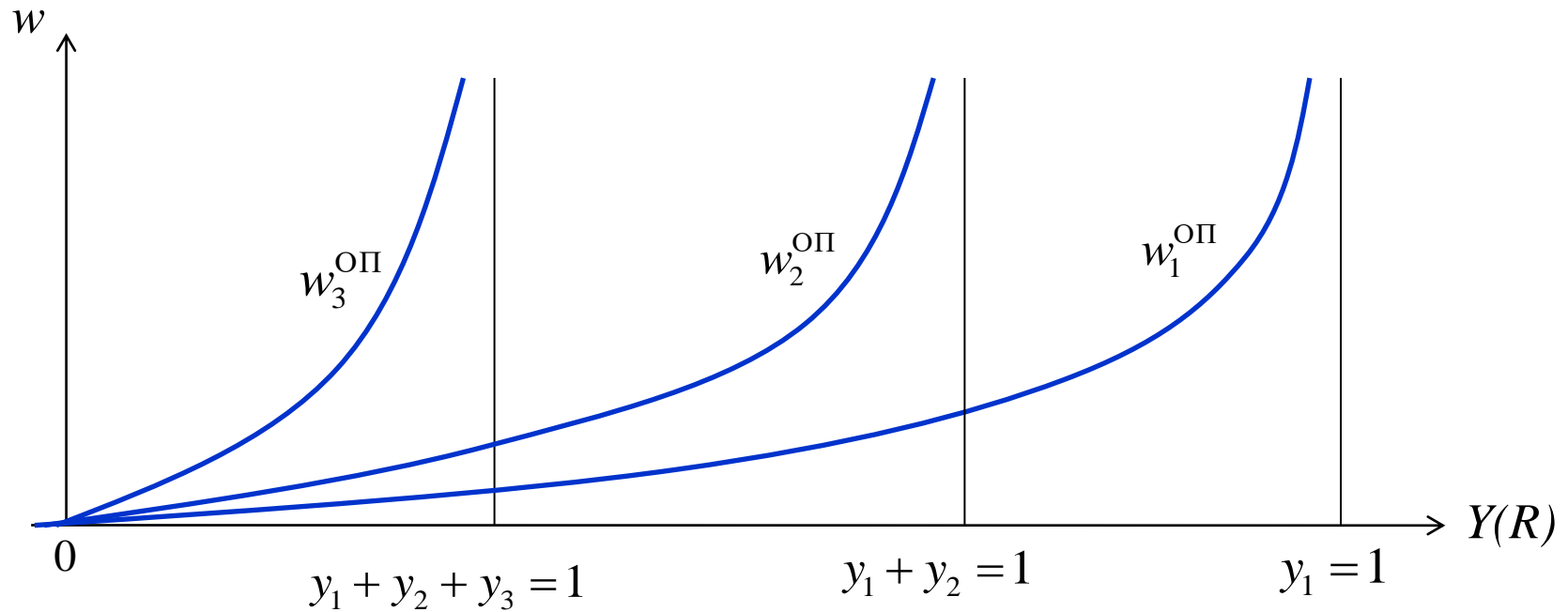
$$w_H^{\text{ОП}} > w_H^{\text{БП}}$$

$$w_1^{\text{ОП}} < w_2^{\text{ОП}} < \dots < w_H^{\text{ОП}}$$



## 6. Системы с приоритетным обслуживанием

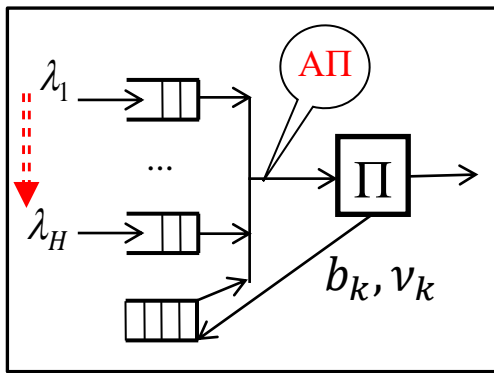
### Характеристики системы с ОП в режиме перегрузки



$$Y = y_1 + y_2 + y_3 = \lambda_1 b_1 + \lambda_2 b_2 + \lambda_3 b_3$$

## 6. Системы с приоритетным обслуживанием

### Характеристики системы с АП

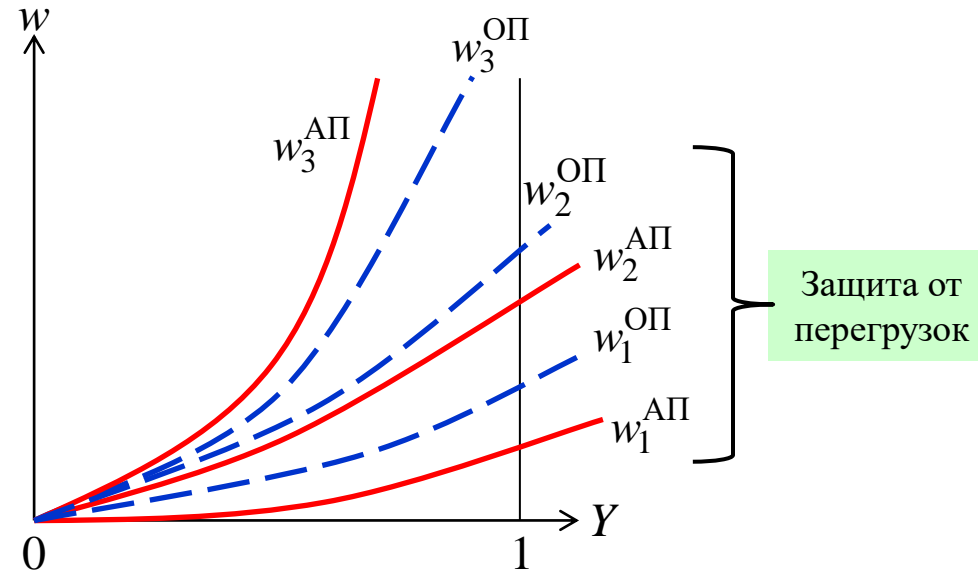
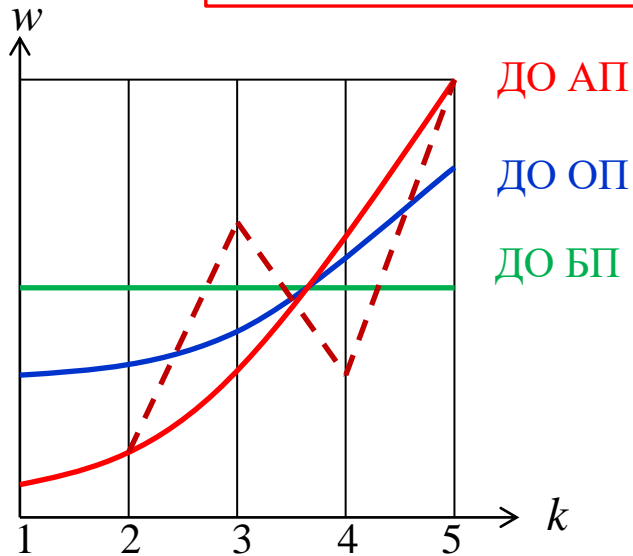


$$w_k^{АП} = \frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i b_i (1 + v_{b_i}^2)}{2(1 - R_{k-1})(1 - R_k)} + \frac{R_{k-1} b_k}{1 - R_{k-1}} \quad (k = 1, \dots, H); \quad R_{k-1} = \sum_{i=1}^{k-1} \rho_i; \quad R_k = \sum_{i=1}^k \rho_i$$

$$R = \sum_{i=1}^H \rho_i < 1$$

$$w_1^{АП} < w_1^{ОП}$$

$$w_H^{АП} > w_H^{ОП}$$



~~$$w_1^{АП} < w_2^{АП} < \dots < w_H^{АП}$$~~

Закон сохранения:

$$\sum_{i=1}^H \rho_i w_i = \text{Const}_{\text{ДО}}$$



$$\sum_{i=1}^H \rho_i w_i = \frac{R \sum_{i=1}^H \lambda_i b_i^2 (1 + v_{b_i}^2)}{2(1 - R)}$$



## 6. Системы с приоритетным обслуживанием

### Дисциплины обслуживания со смешанными приоритетами (ДО СП)

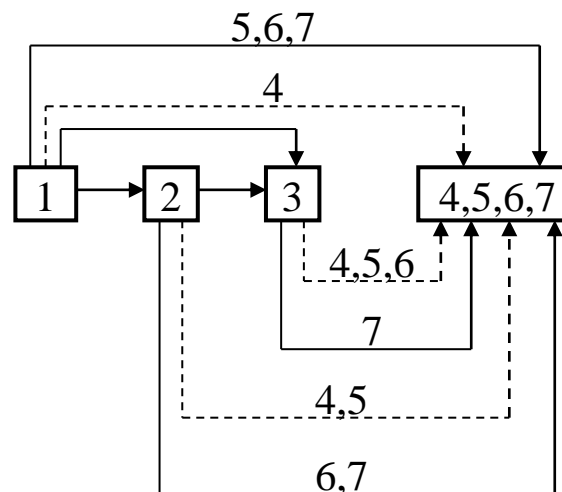
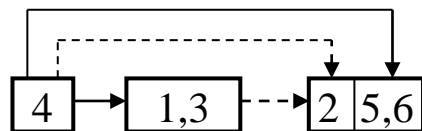
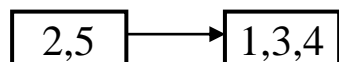
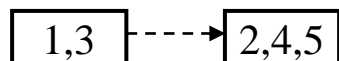
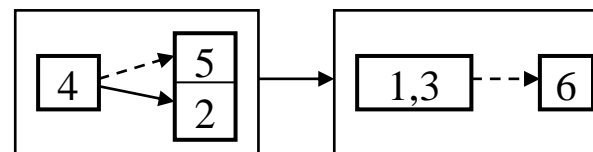
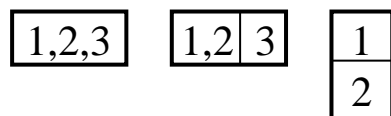
$$Q^{\text{БП}} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Q^{\text{ОП}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Q^{\text{АП}} = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Q^{\text{СП}_1} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Q^{\text{СП}_2} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$



## 5. Сетевые модели дискретных систем

### GPSS-модель разомкнутой СеМО с неоднородным потоком и приоритетами

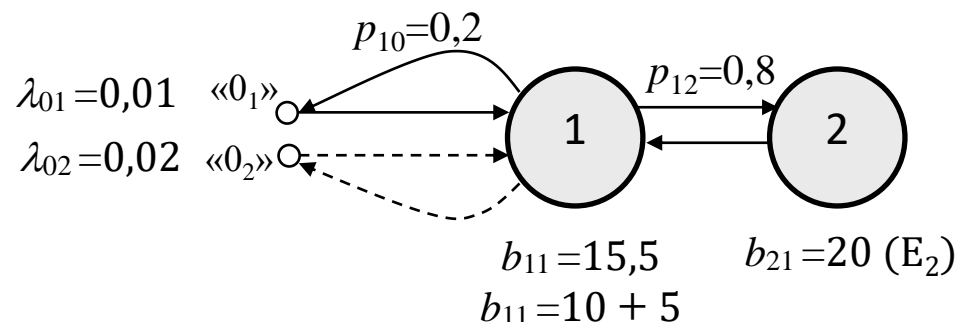
Met\_1      GENERATE      (Exponential(10,0,100))  
               QUEUE      Quz1\_k1  
               SEIZE      Uzel\_1  
               DEPART      QUz1\_k1  
               ADVANCE      15.5  
               RELEASE      Uzel\_1  
               TRANSFER      .8,,Met\_2  
               TERMINATE      1

\*\*\*\*\*

Met\_2      SEIZE      Uzel\_2  
               ADVANCE      (Exponential(50,0,10)+Exponential(50,0,10))  
               RELEASE      Uzel\_2  
               TRANSFER      ,Met\_1

\*\*\*\*\*

GENERATE      (Exponential(10,0,50)),,,2  
               QUEUE      QUz1\_k2  
               PREEMPT      Uzel\_1,PR,,25  
               DEPART      QUz1\_k2  
               ADVANCE      10,5  
               RETURN      Uzel\_1  
               TERMINATE      1



**PREEMPT      A,[B],[C],[D],[E]**

**B=PR** – приоритетный режим (АП)  
                   [режим прерывания]

**C** – метка для прерв.транзакта [СБС]

**D** – номер параметра для  $T_{до}$

**E=RE** – режим удаления

**RETURN      A**

(Сотл.пр.; Спр.; Сзад.)