

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 03.02.2021 18:04:28

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d7e9f1c11e82bf77a947df6a1b51fcb56d088

## МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 18 » 06 2018 г.

### ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОТКАЗАМИ

Методические указания по выполнению лабораторной работы №3  
для студентов, обучающихся по специальности  
10.05.02 «Информационная безопасность  
телекоммуникационных систем»  
по курсу «Теория массового обслуживания»

Курск 2018

УДК 621.391

Составители: А.В. Хмелевская, Л.О. Марухленко, И.Г. Бабанин

Рецензент

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры  
*А.А. Гуламов*

**Исследование системы массового обслуживания с отказами:** методические указания по выполнению лабораторной работы №3 по курсу «Теория массового обслуживания» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.В.Хмелевская, Л.О.Марухленко, И.Г.Бабанин.– Курск, 2018. – 6 с.: ил. 1. табл. 1. – Библиогр.: с. 6.

Методические указания по выполнению лабораторной работы содержат краткие теоретические сведения о системе массового обслуживания с отказами и ее характеристики качества, а также задания для выполнения лабораторной работы и самоконтроля.

Методические указания полностью соответствуют требованиям учебного плана по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», а также рабочей программе дисциплины.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 10.05.02 очной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 18.09.18 Формат 60x84/16.  
Усл. печ. л. 0,35. Уч.-изд. л. 0,32. Тираж 100 экз. Заказ. 2029 Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## 1 Цель работы

– исследовать систему массового обслуживания с отказами и ее характеристики качества.

## 2 Краткие теоретические сведения

$N$ -канальной СМО с отказами является такая система, в которой в момент прихода требования все узлы обслуживания заняты и требование получает отказ и сразу покидает систему. Для такой системы вероятность всех состояний системы (в установившемся режиме) дает первое распределение Эрланга:

$$P_k = \frac{p^k / k!}{\sum_{i=0}^N p^i / i!},$$

где  $p = \lambda / \nu$  - нагрузка СМО,  $\lambda$  - интенсивность поступления требований,  $\nu$  - интенсивность обслуживания.

К основным характеристикам качества обслуживания рассматриваемой СМО относятся: вероятность отказа  $P_{отк}$

$$P_{отк} = P_N = \frac{p^N / N!}{\sum_{i=0}^N p^i / i!};$$

среднее число занятых узлов обслуживания  $M_{зан}$ :

$$M_{зан} = p(1 - P_N);$$

среднее число свободных узлов обслуживания  $M_{св}$ :

$$M_{св} = N - M_{зан}.$$

В системах с отказами события отказа и обслуживания составляют полную группу событий, отсюда:

$$P_{отк} + P_{обс} = 1.$$

На основании приведенного выше выражения относительная пропускная способность определяется по формуле:

$$Q = P_{обс} = 1 - P_{отк} = 1 - P_N.$$

Абсолютная пропускная способность СМО с отказами равняется:

$$A = \lambda P_{обс}.$$

Коэффициент занятости узлов обслуживания определяется отношением среднего числа занятых каналов к общему числу каналов:

$$K_z = \frac{M_{зан}}{N}.$$

### 3 Порядок выполнения работы

1) Построить график распределения  $P_k$  для  $N$ -канальной СМО с отказами, если на вход системы поступает простейший поток требований с интенсивностью  $\lambda = 10 \frac{m}{N_n N}$  и обслуживание требований производится с интенсивностью  $\nu = 5 \frac{m}{N_n N}$ , где  $m$ -номер группы (пример: для группы ИТ-21  $m = 2 + 1 = 3$ ),  $N$ -количество каналов обслуживания (определяется по вариантам из таблицы 1, вариант соответствует номеру студента по журналу),  $N_n$  - номер студента по журналу.

Таблица 1 – Число каналов обслуживания

$N_n$	1,5,9,13,17,21	2,6,10,14,18,22	3,7,11,15,19,23	4,8,12,16,20,24
$N$	4	5	6	3

Для СМО с отказами график распределения  $P_k$ , построенный в системе MathCad, показан на рисунке 1.

$$\lambda := 8 \quad v := 5 \quad N := 7$$

$$\rho := \frac{\lambda}{v} \quad \rho = 1.6$$

$$P_0 := \left( \sum_{i=0}^N \frac{\rho^i}{i!} \right)^{-1} \quad P_0 = 0.202$$

$$k := 1..N$$

$$P(k) := \frac{\rho^k}{k!} \cdot P_0$$

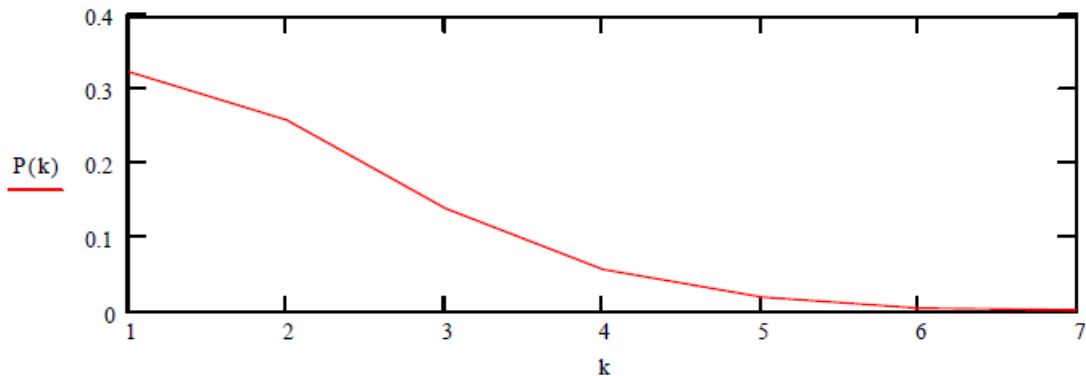


Рисунок 1 – График вероятностей  $P_k$

2) Определить характеристики качества обслуживания:

- вероятность отказа  $P_{отк}$ .
- среднее число занятых узлов  $M_{зан}$ .
- среднее число свободных узлов  $M_{св}$ .
- относительную пропускную способность  $Q$ .
- абсолютную пропускную способность  $A$ .
- коэффициент занятости узлов  $K_z$ .

#### 4 Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) Цель работы;
- 2) Краткие теоретические сведения;
- 3) Порядок выполнения работы;
- 4) Исходные данные для моделирования;
- 5) Результаты моделирования (таблицы 1, 2, 3 с пояснениями);
- 6) Результаты расчетов;
- 7) Ответы на контрольные вопросы;
- 8) Выводы о проделанной работе с анализом полученных результатов.

## **5 Контрольные вопросы**

- 1) Дать понятие нагрузки системы.
- 2) Дать понятие коэффициента занятости узлов.
- 3) Привести формулу первого распределения Эрланга.
- 4) Дать понятие вероятности отказа.
- 5) Дать определение характеристикам качества СМО с отказами.

## **6 Список используемых источников**

- 1) Козликин, В.И. Теория массового обслуживания [Текст] : учебное пособие / В. И. Козликин, Л. П. Кузнецова ; Минобрнауки России, Юго-Западный государственный университет. - Курск : ЮЗГУ, 2013. - 143 с
- 2) Кирпичников, А. П. Методы прикладной теории массового обслуживания [Текст] / А. П. Кирпичников. - Казань : Казанский университет, 2011. - 200 с.
- 3) Теория вероятностей [Текст] : учебное пособие : [для студентов техн. и экон. спец. дневной, заочной и дистан. форм обучения] / Е. В. Журавлева [и др.] ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2015. - 175 с
- 4) Крылов, В.В. Теория телетрафика и ее приложения [Текст] : учебное пособие / В. В. Крылов, С. С. Самохвалова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 288 с
- 5) Вентцель, Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология [Текст] : учебное пособие / Е. С. Вентцель. - М. : Высшая школа, 2001. - 208 с.