МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»

Кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления

Отчет по курсовой работе

по дисциплине «Математическое моделирование»

Тема: «Математическая модель марковской системы массового обслуживания»

Выполнил: Гоянов Р.Р., группа МВА-220

Проверил: Самойлова Т.А.

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Российский государственный университет им.А.Н.Косыгина»**

Кафедра\_автоматизированных систем обработки информации и управления\_

Утверждаю

Зав. кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 202\_\_\_г.

**ЗАДАНИЕ**

**по курсовому проекту (работе)**

Студенту\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Тема проекта (работы) *двухканальная система массового обслуживания с нетерпеливыми заявками с емкостью накопителя 1*

Исходные данные\_\_*Интенсивность входящего потока λ = 3; длина очереди R= 1; число каналов M=2; интенсивность обслуживания μ=2; интенсивность ухода из очереди ν = 1; потери из-за простоя канала C1 = 300; потери из-за простоя заявки в очереди C2 = 14; потери из-за ухода заявки C3 = 25; прибыль от обслуженной заявки C4 = 19*

Перечень подлежащих разработке вопросов (содержание расчетно-пояснительной записки)\_\_*Моделирование и аналитический расчет системы массового обслуживания, оптимизация системы по заданным параметрам, определение затрат на функционирование системы*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Перечень графического материала\_\_*Граф функционирования системы массового обслуживания*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Математические модели, используемые при выполнении проекта (работы)\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*\_ Модель системы массового обслуживания \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Технические средства, используемые при выполнении проекта (работы) /стенды, модели, приборы, ЭВМ/\_\_\_*ПЭВМ*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания \_\_09.02.2022\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Срок сдачи \_\_\_15.06.2022\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_Самойлова Т.А., доц.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(ф.и.о.,должность ) (подпись)

Исполнитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(ф.и.о.) (подпись )

Содержание

[**Введение**](#_heading=h.hhmabga7qf98) **4**

[**Задание 1**](#_heading=h.55ilc2q1kfvx) **5**

[Текст задания](#_heading=h.emyt1jglc56v) 5

[Описание СМО](#_heading=h.aq1etqp9pksw) 6

[Состояния системы](#_heading=h.pa4ujjeawjuw) 7

[Граф Марковского процесса](#_heading=h.kjhhz0a43qxc) 7

[Вероятности состояний](#_heading=h.90elzyatvgvb) 8

[Средние характеристики для стационарной системы](#_heading=h.45mc4rqj94vh) 8

[Средние затраты на функционирование системы](#_heading=h.z4itcpw050uf) 9

# Введение

Volens nolens ……………………… ……………………………………… ……………………………………………… ………………………………………… …………………… …………………………………… ………………………………………… ………………… ………………………… ……………………………………… ……………………… …………………………………………… ……………………… …………… …………………………………… ………………………… ……………………………… ………………………………… …………………………………………………… …………………… ……………………… ………………………………… …………………… ………………………………………… …………………………………………………………… …………………… ………… …………………………… …………………………………… ……………………………………………

# Задание 1

## Текст задания

1. Дать словесное описание структуры моделируемой системы и ее функционирования.

2. Перечислить возможные состояния системы и значения основных ее характеристик для каждого состояния: числа заявок в системе, числа занятых и простаивающих каналов, длины очереди.

3. Построить и разметить граф Марковского процесса, описывающего функционирование системы.

4. Выписать и решить систему уравнений Колмогорова для вероятностей состояний при стационарном режиме. Найти условия его существования.

5. Найти оценки средних значений всех основных характеристик системы для стационарного режима: числа заявок в системе; длины очереди; числа простаивающих и числа занятых каналов; вероятности отказа; абсолютной и относительной пропускной способности системы; доли необслуженных заявок и заявок, получивших отказ в обслуживании; времен пребывания заявки в системе, ожидания в очереди, обслуживания.

6. Вычислить средние затраты на функционирование системы в единицу времени



## Описание СМО

1) Интенсивность входящего потока заявок λ = 3 заяв./мин.

2) Емкость накопителя R = 1

3) Число обслуживающих каналов M = 2

4) Интенсивность обслуживания заявки каналом μ = 2 заяв./мин.

5) Интенсивность ухода из очереди нетерпеливых заявок ν = 1 заяв./мин.

6) Потери из-за простоя одного канала С1 = 300 руб/(канал\*мин)

7) Потери из-за простоя одной заявки в очереди С2 = 14 руб/(заявка\*мин).

8) Потери из-за ухода заявки вследствие отказа в обслуживании или нетерпеливых заявок С3 = 25 руб/заявка.

9) Прибыль от каждой обслуженной заявки С4 = 19 руб/заявка.

Если поступающая заявка застает хотя бы один канал свободным, она поступает на обслуживание и через некоторое время покидает СМО, попадая в поток обслуженных заявок.

Если поступающая заявка застает все каналы занятыми, она попадает в очередь.

## 

## Состояния системы

Возможные состояния системы и значения основных ее характеристик для каждого состояния представлены в таблице 1.

Таблица 1.

| № состояния | Число заявок в системе | Число занятых каналов | Число свободных каналов | Длина очереди | Вероятности состояний |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0,2326 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,3489 |
| 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0,2617 |
| 3 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0,1570 |

## Граф Марковского процесса

Граф Марковского процесса представлен на рис. 1

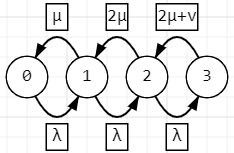


рис. 1

## 

## Вероятности состояний

## Средние характеристики для стационарной системы

1. Число заявок в системе:  
   n = 0\*P0 + 1\*P1 + 2\*P2 + 3\*P3 = 0,3489 + 0,5234 + 0,471 = 1.3433
2. Число простаивающих каналов:  
   Mc = 3\*P0 + 2\*P1 + 1\*P2 + 0\*P3 = 0,6978 + 0,6978 + 0,2617 = 1,6573
3. Число занятых каналов:  
   Mз = M - Mc = 2 - 1,6573 = 0,3427
4. Длина очереди:  
   r = n - Mз = 1,0006
5. Вероятность отказа:  
   Pотк = P3 = 0,1570  
   Поток отказов:  
   λотк = λ\*Pотк = 3\*0,1570 = 0,4710  
   Поток нетерпеливых заявок:  
   λнетерп = v\*p3 = 1\*0,1570 = 0,1570
6. Абсолютная пропускная способность:  
   A = λ - λотк - λнетерп = 3 - 0,4710 - 0,1570 = 2,3720
7. Относительная пропускная способность:  
   q = A/λ = 0,7907
8. Доля необслуженных заявок:  
   Dнеобсл = (λотк + λнетерп) / λ = (0,4710 + 0,1570) / 3 = 0,2093
9. Доля заявок, получивших отказ в обслуживании:  
   Dотк = λотк / λ = Pотк = 0,1570
10. Время пребывания заявки в системе:  
     = n / A = 1,3433 / 2,3720 = 0,5663
11. Время обслуживания:  
    = 1 / μ = 0,5000
12. Время ожидания в очереди:  
     = - = 0,0663

## Средние затраты на функционирование системы

Средние затраты на функционирование системы в единицу времени:  
W = C1\*Mc + C2\*r + C3(λотк + λнетерп) - C4\*A = 300\*1,6573 + 14\*1,0006 + 25\*(0,4710 + 0,1570) - 19\*2,3720 = 481.8304