Университет ИТМО

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Направление подготовки 09.03.04 Программная инженерия

Дисциплина «Моделирование»

Учебно-исследовательская работа УИР 2:

«ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

НА МАРКОВСКИХ МОДЕЛЯХ»

Вариант: 15/19

Выполнили: студенты группы P34112

Провоторов Александр Владимирович,

Ганыс Герман Витальевич

Преподаватель: Алиев Тауфик Измайлович

### Постановка задачи и исходные данные

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **СИСТЕМА\_1** | | **СИСТЕМА\_2** | | **Критерий**  **эффект.** |
| **П** | **ЕН** | **П** | **ЕН** |
| 15 | 3 | 3 | 3 | 2/1/0 | (д) |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Интенс.**  **потока** | **Ср.длит.**  **обслуж.** | **Вероятность занятия прибора …** | | |
| λ , 1/с | b, с | **П1** | **П2** | **П3** |
| 19 | 0,9 | 2 | 0,5 | 0,3 | 0,2 |

### Описание исследуемой системы

Интенсивность потока для обеих систем λ: 0,9 1/с

Средняя длительность обслуживания для обеих систем b: 2 с

Интенсивность обслуживания для обеих систем µ = 1/𝑏 = 0,5 1/с

Критерий эффективности: (д) минимальная суммарная длина очередей заявок.

СИСТЕМА\_1

* Число приборов: 3.
* Классификация по Кендаллу:  
  М/М/3/3
* Во всех приборах длительность обслуживания распределена по Марковскому закону.
* Перед всеми приборами накопитель ёмкостью 3.
* Вероятность занять первый прибор 0.5, второй – 0.3, третий – 0.2.

СИСТЕМА\_2

* Число приборов: 3.
* Классификация по Кендаллу:  
  М/М/1/2  
  М/М/1/1  
  М/М/1/0
* Во всех приборах длительность обслуживания распределена по Марковскому закону.
* Перед первым прибором ёмкость накопителя – 2, перед вторым – 1, перед третьим – 0
* Вероятность занять первый прибор 0.5, второй – 0.3, третий – 0.2.

Перечень состояний марковского процесса для исследуемой системы

СИСТЕМА\_1

|  |  |
| --- | --- |
| **Состояние** | **Описание** |
| 0 | Заявок нет, система простаивает |
| 11 | 1 заявка на обработке в 1 приборе |
| 12 | 1 заявка на обработке во 2 приборе |
| 13 | 1 заявка на обработке в 3 приборе |
| 212 | 2 заявки на обработке: в 1 и 2 приборах |
| 213 | 2 заявки на обработке: в 1 и 3 приборах |
| 223 | 2 заявки на обработке: во 2 и 3 приборах |
| 3 | 3 заявки: все приборы заняты обработкой, общая очередь к приборам свободна |
| 41 | Все приборы заняты обработкой, в общей очереди 1 заявка |
| 42 | Все приборы заняты обработкой, в общей очереди 2 заявки |
| 43 | Все приборы заняты обработкой, общая очередь заполнена заявками (3 заявки) |

СИСТЕМА\_2

|  |  |
| --- | --- |
| **Состояние** | **Описание** |
| 0 | Заявок нет, система простаивает |
| 11 | 1 заявка на обработке в 1 приборе |
| 12 | 1 заявка на обработке во 2 приборе |
| 13 | 1 заявка на обработке в 3 приборе |
| 211 | 2 заявки на обработке: одна в 1 приборе и 1 в очереди 1 прибора |
| 212 | 2 заявки на обработке: в 1 и 2 приборах |
| 222 | 2 заявки на обработке: одна во 2 приборе и 1 в очереди 2 прибора |
| 213 | 2 заявки на обработке: в 1 и 3 приборах |
| 223 | 2 заявки на обработке: во 2 и 3 приборах |
| 3111 | 3 заявки: 1 заявка в 1 приборе, 2 заявки в очереди 1 прибора |
| 3112 | 3 заявки: 1 заявка в 1 приборе, 1 заявка в очереди 1 прибора, 1 заявка во 2 приборе |
| 3113 | 3 заявки: 1 заявка в 1 приборе, 1 заявка в очереди 1 прибора, 1 заявка в 3 приборе |
| 3122 | 3 заявки: 1 заявка в 1 приборе, 1 заявка во 2 приборе, 1 заявка в очереди 2 прибора |
| 3123 | 3 заявки: все приборы заняты обработкой, очереди свободны |
| 3223 | 3 заявки: 1 заявка во 2 приборе, 1 заявка в очереди 2 прибора, 1 заявка в 3 приборе |
| 41112 | 4 заявки: 1 заявка в 1 приборе, 2 заявки в очереди 1 прибора, 1 заявка во 2 приборе |
| 41113 | 4 заявки: 1 заявка в 1 приборе, 2 заявки в очереди 1 прибора, 1 заявка в 3 приборе |
| 41122 | 4 заявки: 1 заявка в 1 приборе, 1 заявки в очереди 1 прибора, 1 заявка во 2 приборе, 1 заявка в очереди 2 прибора |
| 41123 | 4 заявки: 1 заявка в 1 приборе, 1 заявки в очереди 1 прибора, 1 заявка во 2 приборе, 1 заявка в 3 приборе |
| 41223 | 4 заявки: 1 заявка в 1 приборе, 1 заявка во 2 приборе, 1 заявка в очереди 2 прибора, 1 заявка в 3 приборе |
| 511122 | 5 заявок: 1 заявка в 1 приборе, 2 заявки в очереди 1 прибора, 1 заявка во 2 приборе, 1 заявка в очереди 2 прибора |
| 511123 | 5 заявок: 1 заявка в 1 приборе, 2 заявки в очереди 1 прибора, 1 заявка во 2 приборе, 1 заявка в 3 приборе |
| 511223 | 5 заявок: 1 заявка в 1 приборе, 2 заявки в очереди 1 прибора, 1 заявка во 2 приборе, 1 заявка в очереди 2 прибора, 1 заявка в 3 приборе |
| 6111223 | 6 заявок: все приборы и все очереди заняты |

Результаты работы:Размеченный граф переходов марковского процесса

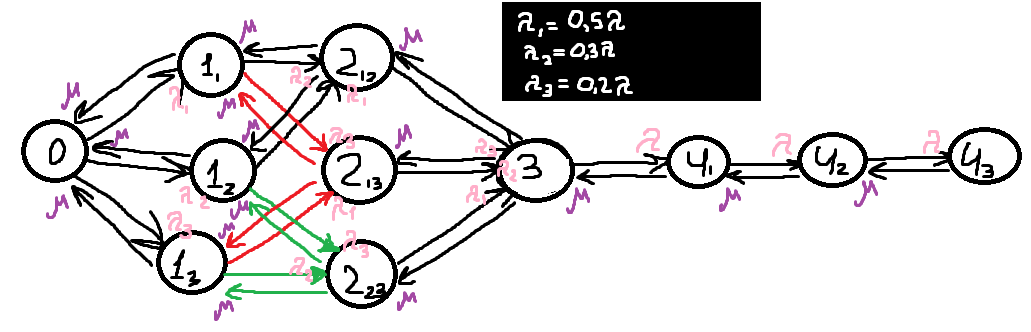


Рисунок 1 Граф переходов СИСТЕМЫ\_1

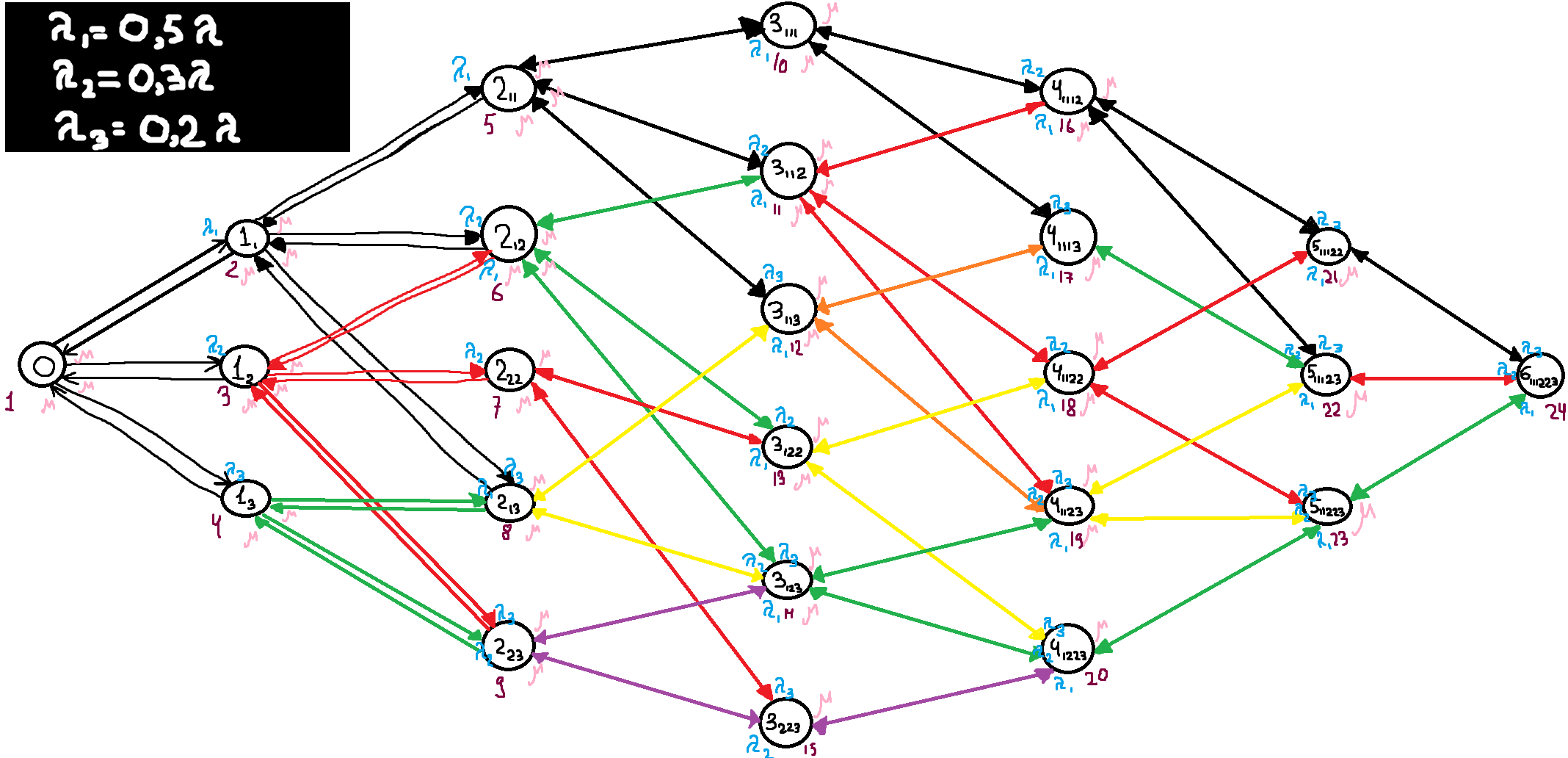


Рисунок 2 Граф переходов СИСТЕМЫ\_2

Матрица интенсивностей переходов

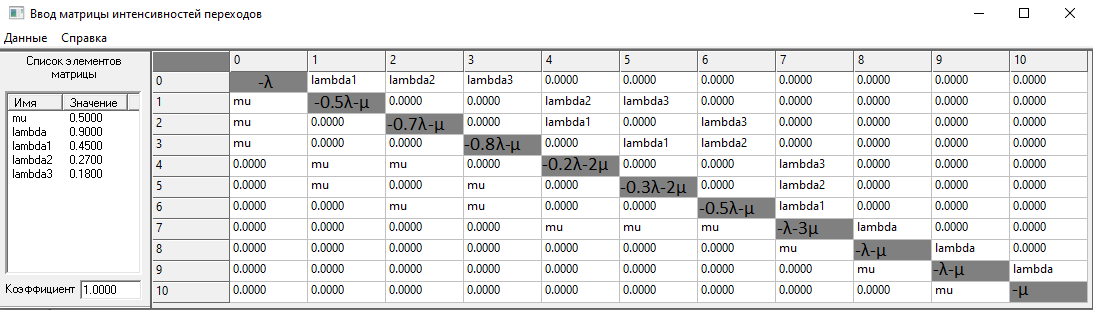


Рисунок Матрица интенсивностей переходов СИСТЕМА\_1

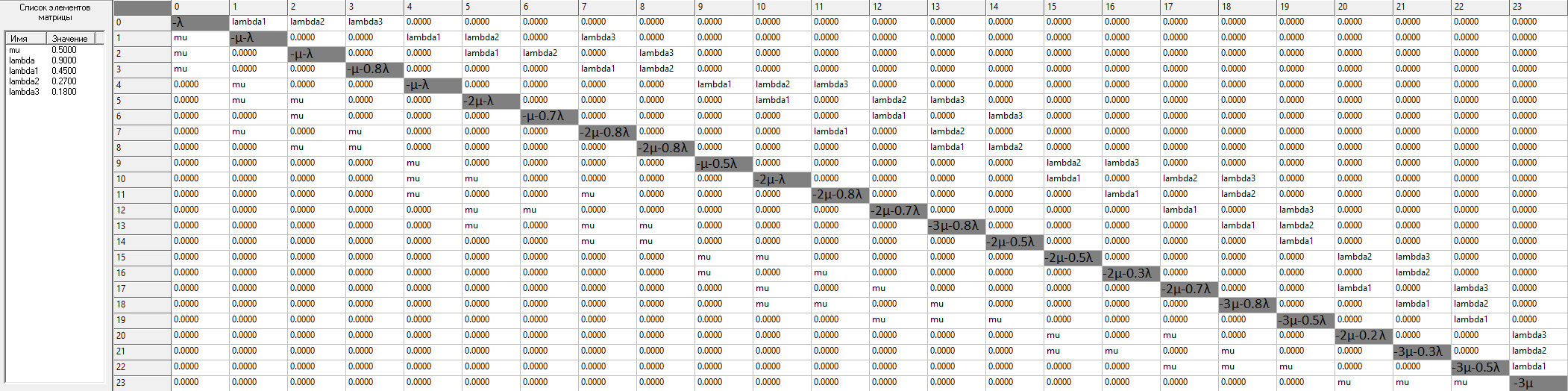


Рисунок Матрица интенсивностей переходов СИСТЕМА\_2

Значения стационарных вероятностей, сведенные в таблицу (форма 1)

**Стационарные вероятности состояний**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер состояния** | **СИСТЕМА\_1** | | **СИСТЕМА\_2** | |
| **Обозн.** | **Вер-ть** | **Обозн.** | **Вер-ть** |
| **1** | 0 | 0.1700 | 0 | 0.1174 |
| **2** | 11 | 0.1530 | 11 | 0.1073 |
| **3** | 12 | 0.0918 | 12 | 0.0602 |
| **4** | 13 | 0.0612 | 13 | 0.0439 |
| **5** | 212 | 0.0826 | 211 | 0.0964 |
| **6** | 213 | 0.0551 | 212 | 0.0558 |
| **7** | 223 | 0.0331 | 222 | 0.0268 |
| **8** | 3 | 0.0297 | 213 | 0.0424 |
| **9** | 41 | 0.0535 | 223 | 0.0225 |
| **10** | 42 | 0.0964 | 3111 | 0.0866 |
| **11** | 43 | 0.1735 | 3112 | 0.0510 |
| **12** | **-** | **-** | 3113 | 0.0358 |
| **13** | **-** | **-** | 3122 | 0.0281 |
| **14** | **-** | **-** | 3123 | 0.0208 |
| **15** | **-** | **-** | 3223 | 0.0112 |
| **16** | **-** | **-** | 41112 | 0.0462 |
| **17** | **-** | **-** | 41113 | 0.0316 |
| **18** | **-** | **-** | 41122 | 0.0267 |
| **19** | **-** | **-** | 41123 | 0.0187 |
| **20** | **-** | **-** | 41223 | 0.0106 |
| **21** | **-** | **-** | 511122 | 0.0245 |
| **22** | **-** | **-** | 511123 | 0.0168 |
| **23** | **-** | **-** | 511223 | 0.0098 |
| **24** | **-** | **-** | 6111223 | 0.0089 |

### Выводы:

фыв