

**Дудин А. Н., Клименок В. И. Системы массового обслуживания с коррелированными потоками.** — Мн.: БГУ, 2000. - 175 с.



**ISBN 985-445-315-4**

Рассматриваются стохастические процессы, протекающие в системах массового обслуживания с групповыми марковскими входными потоками. Для исследования таких процессов предложен математический аппарат многомерных квазигеплицевых и асимптотически квазигеплицевых цепей Маркова. Получены аналитические результаты для стационарных характеристик ряда систем обслуживания с групповым марковским входным потоком (систем с ожиданием, отказами, повторными запросами и др.). Предложены и численно проиллюстрированы алгоритмы расчета характеристик, основанные на полученных аналитических результатах.

Для научных и инженерно-технических работников в областях прикладной математики, информатики, кибернетики, телекоммуникаций, а также для аспирантов и студентов, специализирующихся по данным направлениям.

## Оглавление

<b>Предисловие</b>	3
1. ВМАР - поток. Свойства и примеры	7
2. Многолинейные системы с ВМАР - потоком	17
2.1 Система ВМАР / M / N / 0	18
2.1.1. Стационарное распределение вероятностей состояний системы с дисциплиной частичного принятия и полного отказа	19
2.1.2. Стационарное распределение вероятностей состояний системы с дисциплиной полного принятия запросов	20
2.1.3. Алгоритм нахождения стационарного распределения	22
2.1.4. Вероятность отказа в обслуживании	24
2.1.5. Численные примеры	26
2.2. Система ВМАР / M / N / R	28
	29
2.3. Система ВМАР / M / N /	
2.4. Система ВМАР / M / N / R с отрицательными запросами	31
2.4.1. Стационарное распределение вероятностей состояний системы	32
2.4.2. Характеристики качества обслуживания	34
3. Однолинейные системы с ВМАР - потоком и ожиданием	36
3.1. Многомерные квазигеплицевы цепи Маркова. Определение и примеры	37
3.2. Достаточное условие существования стационарного распределения	40
3.3. Алгоритм нахождения стационарного распределения	45
3.4. Исследование системы ВМАР / G / 1 на основе аналитического подхода	53
	53
3.4.1. Распределение процесса	59
3.4.2. Распределение процесса	
3.4.3. Распределение виртуального времени ожидания в системе	63
3.5. Исследование системы обслуживания ВМАР / G / 1 на основе подхода М. Ньютона	65
3.6. Система ВМАР/SM/1	67
3.7. Система ВМАР/SM/1/N	74
3.8. Система ВМАР / SM / 1 с нетерпеливыми запросами	77
3.9. Система ВМАР / G / 1 с альтернирующим входным потоком	79
3.9.1. Распределение вероятностей состояний системы в моменты окончания обслуживания запросов	80
3.9.2. Распределение вероятностей состояний системы в произвольный момент времени	82
3.9.3. Распределение времени ожидания запросов в системе в случае одинакового распределения времени обслуживания	84
3.9.4. Распределение времени ожидания запросов в случае одного ВМАР - потока	85
3.10. Система ВМАР / SM / 1 с катастрофическими опустошениями	86
3.10.1. Стационарное распределение вложенной цепи Маркова	87
3.10.2. Вероятность успешного обслуживания запроса и среднее время между моментами	91
завершения обслуживания	
3.10.3. Распределение числа запросов в системе в произвольный момент времени	94

3.10.4. Распределение виртуального времени ожидания и времени пребывания в системе	95
3.11. Система ВМАР / SM /1/ L с катастрофическими опустошениями	98
3.12. Система ВМАР / G /1 с пассивными обслуживающими приборами	99
3.13. Система ВМАР / SM /1 с отдыхами и поломками прибора	103
3.13.1. Система с прибором, ненадежным в свободном состоянии и простой стратегией отдыхов	104
3.13.2. Случай, когда прибор может выходить из строя в занятом состоянии	108
3.13.3. Более сложные стратегии отдыхов	110
4. Однолинейные системы с ВМАР - потоком и повторными вызовами	112
4.1. Асимптотически квазитеплицевы цепи Маркова	114
4.1.1. Определение асимптотически квазитеплицевой цепи Маркова	114
4.1.2. Достаточное условие существования стационарного распределения	115
4.1.3. Нахождение стационарного распределения	117
4.2. Система ВМАР / SM /1 с повторными вызовами	123
4.2.1. Распределение вероятностей состояний системы в моменты окончания обслуживания запросов	123
4.2.2. Распределение вероятностей состояний системы в произвольный момент времени	126
4.2.3. Характеристики производительности системы	128
4.2.4. Численные примеры	129
4.3. Система ВМАР / SM /1/ N с повторными вызовами	134
4.4. Система ВМАР / SM /1 с ММРР - потоком повторных запросов	135
4.4.1. Модель с независимыми первичными и повторными потоками	136
4.4.2. Модель с коррелированными потоками первичных и повторных запросов .	140
4.4.3. Модель с МАР - потоком повторов, не зависящим от числа запросов на орбите	142
4.5. Система ВМАР / SM /1 с повторными вызовами и нетерпеливыми за просами	144
4.6. Система ВМАР / SM /1 с повторными вызовами, функционирующая в синхронной случайной среде	145
4.7. Система ВМАР / SM /1 с неоднородной стратегией повторов	149
4.8. Система ВМАР / G /1 с повторными вызовами и ненадежным обслуживанием	152
4.9. Система ВМАР / G /1 с повторными вызовами и сдвоенными соединениями	157
4.10. Система ВМАР / SM /1 с повторными вызовами и отдыхами прибора	159
Литература	164
Основные обозначения и сокращения	170