

Слайд 1. Титульный лист

Тема моей работы: производственные системы с маршрутизацией, зависящей от состояния. В работе рассматривается сеть массового обслуживания с зависимой от состояния маршрутизацией как модель гибкой производственной системы.

Практическое значение этого направления определяется широким использованием сетей массового обслуживания в качестве математических моделей гибких производственных систем, необходимостью исследования производственных систем и оптимизации.

Слайд 2. Цели и задачи работы

Целью работы является исследование и анализ производственных систем с маршрутизацией, зависящей от состояния. Задачами являются: разработка алгоритма метода анализа данных производственных систем, программная реализация алгоритма и проведение численных экспериментов с разработанной программой.

Слайд 3. Гибкие производственные системы

В работе рассматривается гибкая производственная система, основные компоненты которой следующие:

1. Множество рабочих станций C_i . Каждая рабочая станция C_i производит обработку деталей разных типов $t = 1, 2, \dots, T$ и может выполнять соответствующие типы производственных операций (например, сверление, фрезерование и пр.). Пусть $I_t \subseteq I$ — набор рабочих станций, на которых производится обработка деталей типа t .

2. На станции C_i есть κ_i параллельно работающих приборов и локальное хранилище, где детали могут ожидать своей обработки.

3. В ГПС существует система транспортировки, обозначаемая как станция C_0 , которая состоит из центрального хранилища и κ_0 транспортеров (это могут быть, например, конвейеры), которые осуществляют транспортировку деталей из центрального хранилища на рабочие станции и обратно. Переход деталей между рабочими станциями напрямую запрещен.

4. Максимальное число деталей типа t на станции C_i ограничены емкостью рабочей станции s_{it} . Определим матрицу числа приборов в рабочих станциях и матрицу емкостей рабочих станций.

5. Общее число деталей типа t в производственной системе постоянно

и равно N_t . Определим вектор числа деталей $\mathbf{N} = (N_t)$, $t = 1, \dots, T$.

6. Длительность обработки детали типа t на станции C_i , $i \in I_t$, имеет экспоненциальное распределение с параметром μ_{it} .

7. Дисциплина обработки на всех станциях C_i , $i = 0, \dots, L$, — *RANDOM* (то есть детали выбираются для обработки случайным образом).

8. Определим состояние ГПС.

Слайд 4. Гибкие производственные системы

Схема гибкой производственной системы представлена на рисунке.

Всякий раз, когда обработанная деталь покидает рабочую станцию, другая деталь того же типа сразу же поступает в нее. Рабочие станции или приборы могут быть свободны (простаивать), но они никогда не блокируются, так как имеется механизм, который постоянно забирает из рабочих станций обработанные детали и доставляет их обратно в центральное хранилище (предполагается, что в центральном хранилище достаточно мест для размещения всех деталей в случае необходимости).

Данная гибкая производственная система с введенными выше предположениями описывается неоднородной замкнутой экспоненциальной сетью массового обслуживания.

Слайд 5. PSQ-маршрутизация

Сформулируем маршрутизацию в кратчайшую очередь (PSQ-маршрутизацию) следующим образом. Вероятности перехода требований класса t из системы C_0 в систему C_i зависят от числа требований класса t в двух системах, и принимают форму, представленную в формуле (1).

Можно заметить следующие особенности этой схемы маршрутизации:

- маршрутные вероятности выше для систем с бóльшим числом свободных приборов;
- требования класса t никогда (т.е. с вероятностью ноль) не направляются в систему, в которой все места в очереди для ожидания требованиями этого класса заняты.

Слайд 6. Стационарное решение

Стационарное решение для СеМО как модели гибкой производственной системы можно обобщить следующим образом.

Теорема 1. Марковский процесс $\bar{\eta}(\tau)$, определенный в пространстве состояний S и управляемый PSQ-маршрутизацией, как определено в (1), явля-

ется обратимым относительно времени и имеет мультипликативную форму стационарного распределения вероятностей, как изображено в формуле (2).

Слайд 7. Структура алгоритма

Алгоритм метода анализа сети массового обслуживания с PSQ-маршрутизацией следующий.

На первом шаге работы алгоритма вводятся параметры сети массового обслуживания.

На шаге 2 положим $i = 1$.

На шаге 3 переставляем текущую СМО с последней путем перестановки индексов.

Слайд 8. Структура алгоритма

На 4 шаге происходит вычисление стационарного распределения вероятностей состояний текущей системы.

На 5 шаге переставляем обратно текущую СМО.

Если $i < L$, то положить $i = i + 1$ и перейти на **шаг 3**, иначе перейти к **шагу 7**.

На 7 шаге происходит вычисление стационарных характеристик СеМО и далее вывод результатов.

Слайд 9. Интерфейс программы

Для анализа производственных систем с маршрутизацией, зависящей от состояния, была разработана программа.

Программа позволяет вычислить стационарное распределение и основные характеристики производственных систем с маршрутизацией, зависящей от состояния. Вычисления могут производиться как для однородной, так и для неоднородной сети массового обслуживания.

Разработанная программа имеет графический интерфейс. Входные данные считываются с формы, проверяются на корректность, и в соответствии с проверкой либо производится анализ, либо выдается сообщение об ошибке.

При запуске программы появляется окно, изображенное на рисунке. Для удобства существует возможность открыть файл с заданными в нем входными данными.

Слайд 10. Интерфейс программы

При нажатии кнопки "Получить результаты" открывается окно с подсчитанными в ходе анализа основными характеристиками СМО и стационарным

распределением. Здесь существует возможность сохранить результаты анализа в файл.

Слайд 11. Аспекты практического применения

С помощью разработанной программы было проведено несколько экспериментов.

Рассмотрим следующий пример. Начальные данные представлены на слайде (...), ниже в таблице приведены полученные результаты анализа.

Слайд 12. Результаты работы

Результаты работы следующие:

- рассмотрены производственные системы с маршрутизацией, зависящей от состояния;
- приведена теорема, согласно которой соответствующая СеМО имеет стационарное распределение;
- разработан алгоритм метода анализа производственных систем с маршрутизацией, зависящей от состояния;
- разработана программа, вычисляющая основные стационарные характеристики;
- проведены численные эксперименты с разработанной программой и приведены соответствующие результаты.