

## АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Теория массового обслуживания находит широкое применение и имеет большое значение во многих областях человеческой деятельности, теоретических и прикладных науках.

Конструктивные модели бизнес-процессов, обеспечивающие аналитический расчет временных и стоимостных показателей, могут быть построены в классе сетей массового обслуживания и сетей Петри. Могут применяться замкнутые и разомкнутые, однородные и неоднородные сети массового обслуживания. В неоднородных разомкнутых сетях заявки могут менять класс. Теоретически могут быть применены и нелинейные сети (с размножением и склеиванием заявок), однако на практике почти невозможно найти методы аналитического расчета таких сетей, дающие адекватный результат.

Также бизнес-процессы можно исследовать с помощью стохастических сетей Петри.

Существуют методы расчета всех вышеперечисленных сетей массового обслуживания, однако они не применялись именно к бизнес-процессам.

В данной работе решались следующие задачи. Разработка и исследование методов аналитического моделирования указанных формальных моделей с целью расчета показателей эффективности бизнес-процессов. Рассмотрение практических трудностей, возникающих при реализации этих методов на ЭВМ.

Для выполнения этих задач необходимо:

1. Оценить точность аналитических формул расчета неоднородных сетей массового обслуживания путем сравнения с имитационной моделью.
2. Оценить достоинства и недостатки двух методов расчета среднего времени пребывания заявки в узле неоднородной замкнутой сети массового обслуживания: метода вбрасывания и метода итераций.
3. Изучить методы расчета неэкспоненциальных сетей массового обслуживания.
4. Рассмотреть возможность применения сетей Петри для аналитического моделирования бизнес-процессов.

Для выполнения этих задач разработаны программа, реализующая аналитическую модель замкнутой сети массового обслуживания, и программа, реализующая аналитическую модель разомкнутой сети массового обслуживания. С помощью приложения GPSS World реализованы имитационная модель замкнутой сети массового обслуживания и имитационная модель разомкнутой сети массового обслуживания. Аналитическая модель замкнутой сети реализована двумя методами: методом вбрасывания и методом итераций. Разработана программа расчета неэкспоненциальной сети массового обслуживания с помощью аппроксимации неэкспоненциального потока суммой двух экспоненциальных.

Все программы реализованы на языке C++ (в среде Borland C++ 6).

Получены следующие выводы.

Для сетей с бесприоритетным обслуживанием точность аналитической формулы высока. Менее хорошие результаты достигаются, когда заявки одного класса имеют относительный приоритет перед другим. Кроме того, увеличение погрешности наблюдается с ростом порядка закона Эрланга.

Метод вбрасывания требует значительных затрат памяти, так как в нем используется многомерный массив. Это накладывает ограничения на размер сети.

Расчет неэкспоненциальных сетей с помощью аппроксимации неэкспоненциального потока суммой двух экспоненциальных требует решения системы нелинейных уравнений для нахождения параметров разложения. Метод итераций при решении этой системы не всегда сходится. Для небольших систем уравнений можно применить другие методы. В

общем случае параметры разложения могут быть комплексными, что создает некоторые трудности при программной реализации метода.

Единственное ограничение при применении сетей Петри для анализа бизнес-процессов – высокая размерность матриц. Если дерево достижимости сети Петри имеет более 252 вершин, невозможно с помощью программы на языке C++ решить систему уравнений, описывающую соответствующий марковский процесс.

Перспектива дальнейших исследований.

Реализация приложения, осуществляющего переход от стохастической сети Петри к Марковскому графу и дальнейший аналитический расчет характеристик полученного марковского процесса.

Поиск способов уменьшения затрат памяти и увеличения быстродействия при аналитическом моделировании сетей массового обслуживания.

В идеале – создание приложения для аналитического моделирования сетей массового обслуживания со склеиванием и размножением заявок. Однако в настоящее время не удастся найти соответствующие методы.