ГБОУ Гимназия №1505

«Московская городская педагогическая гимназия – лаборатория»

Диплом

"Основные понятия систем массового обслуживания.

Модель обслуживания в банке".

Выполнил ученик 10 класса «А»

Поляков Михаил

Научный руководитель: Пяткина Г.А.

Москва 2013 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

Глава 1……………………………………………………………………….……5

Системы массового обслуживания…………………….………………………………………………5

1.1 Понятие систем массового обслуживания, задачи теории массового обслуживания…………………………………………………………………….5

1.2 Методы моделирования систем массового обслуживания…………………………………………………………………….7

1.3 Этапы математического моделирования систем массового обслуживания……………………………………………………………………10

1.4 Модель обслуживания в банке

Глава 2

Разработка компьютерной модели обслуживания в банке……………..…...16

Заключение……………………………………………………………………..18

Список литературы…………………………………………………………….19

Приложения…………………………………………………………………….20

**Введение**

В современном мире мы повсюду сталкиваемся с системами массового обслуживания (СМО). Это могут быть билетные кассы, станки на производстве, «пробки» на дорогах, очереди к постам таможни или даже экзамены.

При исследовании операций часто приходится сталкиваться с системами, предназначенными для многоразового использования при решении однотипных задач. Возникающие при этом процессы получили название процессов обслуживания, а системы — систем массового обслуживания (СМО).

Примерами СМО являются: кассовые залы по продаже билетов на транспорт, железнодорожные сортировочные станции, таможенные терминалы, организация движения транспорта в городах и странах, погрузка и разгрузка судов в портах, диспетчерское управление самолётами в аэропортах, производственные работы на конвейерах, организация ремонтных работ на сложных объектах и т.п. Практическое применение этой теории крайне важно для многих сфер жизни.

Каждая СМО состоит из определенного числа обслуживающих единиц (приборов, устройств, пунктов, станций), которые будем называть каналами обслуживания. Каналами могут быть линии связи, рабочие точки, вычислительные машины, продавцы и др. По числу каналов СМО подразделяют на одноканальные и многоканальные.

Цель моей исследовательской работы – разработка и исследование математической модели обслуживания в банке.

В качестве показателей эффективности СМО используются: среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени; среднее число заявок в очереди; среднее время ожидания обслуживания; вероятность отказа в обслуживании без ожидания; вероятность того, что число заявок в очереди превысит определенное значение и т.п.[[1]](#footnote-1)

В теоретической части необходимо ответить на вопросы/выполнить задачи:

1. Изучить основные понятия системы массового обслуживания СМО и их особенности, а так же в чем заключаются задачи теории массового обслуживания ТМО.

2. Узнать какие существуют методы моделирования СМО.

3. Исследовать из каких этапов состоит математическое моделирование СМО.

4. Понять суть модели обслуживания в банке, которая будет реализована в практической части диплома.

В практической части:

1. Разработка модели обслуживания в банке.

2. Написание отчета.

Для написания дипломной работы использовались учебник Полякова «Информатика. Углубленный уровень: Книга Осипова «Проектирование систем массового обслуживания», Учебник для 11 класса.

Диплом состоит из введения и двух частей: теоретической и практической, заключения и списка литературы. В теоретической части я опишу понятие СМО, в частности модель обслуживания в банке, методы моделирования СМО и этапы математического моделирования СМО. В практической части я разработаю компьютерную модель обслуживания в банке.

**Глава 1. Системы массового обслуживания.**

**§1.1Понятие систем массового обслуживания, задачи теории массового обслуживания.**

При исследовании операций часто приходится сталкиваться с системами, предназначенными для многоразового использования при решении однотипных задач. Возникающие при этом процессы получили название процессов обслуживания, а системы — систем массового обслуживания (СМО).

Примерами СМО являются: кассовые залы по продаже билетов на транспорт, железнодорожные сортировочные станции, таможенные терминалы, организация движения транспорта в городах и странах, погрузка и разгрузка судов в портах, диспетчерское управление самолётами в аэропортах, производственные работы на конвейерах, организация ремонтных работ на сложных объектах и т.п. Практическое применение этой теории крайне важно для многих сфер жизни.

Системы массового обслуживания делятся на типы (или классы) по ряду признаков. Первое деление: СМО с отказами и СМО с очередью. В СМО с отказами заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, получает отказ, покидает СМО и в дальнейшем процессе обслуживания не участвует.,» Примеры СМО с отказами встречаются в телефонии: заявка на разговор, пришедшая в момент, когда все каналы связи заняты, получает отказ и покидает СМО не обслуженной. В СМО с очередью заявка, пришедшая в момент, когда все каналы заняты, не уходит, а становится в очередь и ожидает возможности быть обслуженной. На практике чаще встречаются (и имеют большее значение) СМО с очередью; недаром теория массового обслуживания имеет второе название: «теория очередей».

Каждая СМО состоит из определенного числа обслуживающих единиц (приборов, устройств, пунктов, станций), которые будем называть каналами обслуживания. Каналами могут быть линии связи, рабочие точки, вычислительные машины, продавцы и др. По числу каналов СМО подразделяют на одноканальные и многоканальные.

В качестве показателей эффективности СМО используются: среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени; среднее число заявок в очереди; среднее время ожидания обслуживания; вероятность отказа в обслуживании без ожидания; вероятность того, что число заявок в очереди превысит определенное значение и т.п.

Предмет теории массового обслуживания — построение математических моделей, связывающих заданные условия работы СМО (число каналов, их производительность, правила работы, характер потока заявок) с интересующими нас характеристиками — показателями эффективности СМО, описывающими, с той или другой точки зрения, ее способность справляться с потоком заявок. В качестве таких показателей (в зависимости от обстановки и целей исследования) могут применяться разные величины, например: среднее число заявок, обслуживаемых СМО в единицу времени; среднее число занятых каналов; среднее число заявок в очереди и среднее время ожидания обслуживания; вероятность того, что число заявок в очереди превысит какое-то значение, и т. д. Среди заданных условий работы СМО я намеренно не выделяю элементов решения: ими могут быть, например, число каналов, их производительность, режим работы СМО и т. д. Важно уметь решать прямые задачи исследования операций, а обратные ставятся и решаются в зависимости от того, какие именно параметры нам нужно выбирать или изменять. Что касается задач оптимизации, то я ими здесь почти не буду заниматься, разве только в простейших случаях.

**§1.2 Методы моделирования систем массового обслуживания.**

Моделирование – замещение при исследовании или проектировании реальных объектов или систем другими элементами с целью упрощения процесса получения необходимой информации об оригинале.

Информацией называются сведения и данные, необходимые для определенных целенаправленных действий людей или систем управления. Информация определяется в результате сбора и обработки исходных сведений и данных. Информация может представляться не только числами и функциями, но и набором вероятностей состояний системы.

Модель – элемент (узел, устройство, алгоритм), замещающий оригинал, его часть или его функции.

Достоинства моделирования:

1. Упрощение процесса исследования или проектирования систем за счет более простой вариации исходных данных в модели.
2. Экономия средств, так как построение модели существенно дешевле, чем стоимость оригинала.
3. Сокращение сроков исследования систем и получения необходимой информации.
4. С помощью моделирования можно проводить эксперименты и определять численные данные о процессах, недоступных для наблюдения в реальных условиях( с применением масштабирования данных и времени).
5. Модели удобно использовать в тренажерах для обучения специалистов управлению сложными системами или их эксплуатацией.

Методы моделирования можно разделить на три основных вида:

1. Физическое моделирование основано на устройствах, математическое описание процессов функционирования которых, подобно описанию процессов в реальной системе. Взаимный перевод параметров от оригинала к модели и обратно производится с помощью теории подобия.

Модели могут быть представлены в реальном, уменьшенном или увеличенном масштабе времени. Физические модели часто имеют ту же природу, что и оригинал ( например, продувки в аэродинамических трубах моделей самолетов, скоростных поездов, автомашин). Перед реконструкцией дорог, когда требуется сужать проезжую часть, целесообразно предварительно промоделировать такое сужение, оценить характеристики трассы, на основе чего принять меры, позволяющие существенно не снизить её пропускную способность. Работу СМО можно, например, физически промоделировать на бассейне, в который вливаются потоки из нескольких источников, а процесс обработки представляется выпускными трубами с изменяемым сечением.

1. Математическое моделирование основано на аналогии данной реальной системе некоторых математических уравнений, описывающих процессы в модели, исследование которых позволяет получать характеристики функционирования оригинала. Математические модели используют два основных типа методов: аналитические и имитационные.

А. Аналитическое моделирование основано на расчетах по формулам или на решении уравнений. Аналитические модели так же делят на 2 группы:

1)Детерминированные, когда предполагается, что параметры и переменные в уравнениях представляются значениями, не подверженными случайным воздействиям.

2)Вероятностные, в которых оперируют со случайными процессами или с их средними характеристиками. Если входные и выходные процессы системы представляются случайными функциями времени, то их моделирование называют стохатичическим (случайным).

Б. Имитационные модели используются в случае невозможности описания процессов в системе формулами или уравнениями. Модели представляют структурную схему СМО набором алгоритмов, имитирующих функции элементов (звеньев), составляющих оригинальный процесс во времени. К таким алгоритмам относятся генераторы форматирования интервалов в потоках запросов, имитаторы длительности обработки заявок в процессорах, задержки или ограничения в пропускной способности линий передачи данных, а также имитаторы внешних воздействий. Имитаторы генерируют случайные числа по принятым законам распределения, поэтому в каждом запуске модели (опыте) получаются результаты, отличные от других опытов. Необходим провести достаточно длительную серию опытов (проб) для получения более достоверных результатов( с точностью до принятых в модели допущений). Такой тип проведений опытов и обработки их результатов называют статистическим моделированием.

3. Полунатурное моделирование использует часть реальной системы или опытных устройств и математическую модель условий применения. По её принципу строится большинство тренажёров из различных областей техники. Примером может служить тренажер для обучения вождению автомашины с приборной панелью и реальными органами управления, а компьютер просчитывает окружающую обстановку и выводит ее на лобовое стекло.

Моделирование СМО можно разделить на 2 группы:

1. Макромоделирование. Это когда решается задача определения новой структуры системы с более высокими свойствами.
2. Микромоделирование. В этом случае определяются более эффективные компоненты имеющейся структуры системы (техническая комплектация, организация функционирования, программное обеспечение и т.п.)

**§1.3 Этапы математического моделирования систем массового обслуживания**

Математическое моделирование СМО включает в себя ряд этапов:

1.Определение свойств, которым должна удовлетворять проектируемая новая система или модернизируемая имеющая система. Эти свойства представляются в виде количественных ограничений при типовых условиях использования СМО. К типовым условиям (внешним воздействиям) относятся средние статистические данные об интенсивности потоков заявок, распределении во времени их объемов и интервалов поступления. Кроме того, могут введены ограничения и на ресурс и на ресурсы для самой системы (места размещения, стоимость установки и эксплуатации).

2. Анализ функциональной схемы СМО и выделение её элементов и узлов, влияющих на качество работы системы. Выбор математических моделей для этих компонентов, допускающих исследование существенных свойств оригинала. По возможности, стоит разработать формулы для аналитического моделирования, в противном случае следует построить имитационные модели. Для систем обработки могут потребоваться данные о зависимости времени обработки типовых заявок от количества постов обработки и их производительности, а также их стоимости и др.

3. Построение алгоритма функционирования модели СМО с имитаторами процессов, определяющей качественные показатели работы системы. Программирование алгоритма на выбранном для моделирования конкретном языке, имеющемся в ЭВМ. Отладка комплекса программ моделирования. Верификация моделирующей программы производится путем сравнения её результатов со статистическими данными или данными, подтвержденными практикой или другими методами.

4. Проведение вычислительного эксперимента. Для имитационного моделирования требуется определение длины серии опытов, обеспечивающей необходимую точность. Из результатов экспериментов, повторяемых многократно при одних и тех же исходных данных, методом статистической обработки вычисляют осредненные показатели эффективности проектируемой системы.

5. Анализ результатов моделирования. Преодоление возможных коллизий, выбор оптимального решения из альтернативных вариантов. Формулировка выводов и предложений к оптимизации построения или модернизации СМО, исходя, например, из условия минимальной стоимости затрат при обеспечении заданных требований к характеристикам создаваемой системы.

**1.4 Модель обслуживания в банке**

Рассмотрим достаточно простую модель работы банка. Клиенты входят через случайные промежутки времени, их обслуживают несколько кассиров, причем время обслуживания – также случайная величина. Требуется определить, сколько кассиров нужно для того, чтобы клиент стоял в очереди не более М минут.

В таком виде задача некорректна – неясно, как определить длину очереди. Поэтому нужно вводить допущения, которые позволят сделать задачу хорошо поставленной и решить её.

Сначала построим детерминированную модель, в которой случайность не учитывается. Будем считать, что за 1 минуту входит ровно Р клиентов, причем клиент обслуживается ровно Т минут.

Если количество касс равно К, за Т минут будет обслужено ровно К клиентов.

За это же время в банк войдут Р\*Т новых клиентов. Несложно понять, что если К<Р\*Т, клиенты входят быстрее, чем успевают обслуживать, поэтому очередь будет постоянно расти. Если же К>=Р\*Т, очереди вообще не будет, из этого условия и нужно выбирать количество касс. Например, при Р=2 и Т=5 для обслуживания нужно не менее 10 касс.

Для моделирования нужно ещё определять, как распределены случайные данные( количество входящих за 1 минуту и время обслуживания) внутри заданных интервалов. Для простоты мы будем считать, что в обоих случаях распределение равномерное. Тогда можно применить стандартные генераторы случайных чисел, которые дают именно равномерно распределенные значения.

Будем использовать имитационную модель – выполним моделирование ситуации для достаточно большого интервала времени L (например, для 8-часового рабочего дня L=8\*60=480 минут).

Число клиентов, находящихся в помещении банка, изменяется по закону:

Ni+1 =Ni+Pi-Ri , где Pi  - количество клиентов, вошедших за i-ю минуту, а Ri – количество клиентов, обслуженных за это время. Считаем, что N клиентов равномерно распределяется по K классам, так что средняя длина очереди равна Q=N/K, а среднее время ожидания равно Q\*T.

Количество вошедших Pi – это случайное целое число в интервале от 0 до Pmax. На школьном алгоритмическом языке и на Паскале его можно получить так:

P:=irand(0,Max) P:=random(PMax + 1);

Определить число обслуженных Ri оказывается не так просто. Если кассир обслуживает клиента за T минут, то можно считать, что за 1 минуту он сделает часть работы, равную 1/T. Если предположить, что скорость работы кассиров одинакова, то К касс за 1 минуту обслужат К/Т клиентов. Чтобы учесть случайное время обслуживания, величину Т будем определять заново для каждой минуты случайным образом. Это случайное вещественное число в интервале от Tmin до Tmax:

T:=rand(Tmin,Tmax) T:=Tmin+random\*(Tmax-Tmin);

Тогда можно рассчитать значение среднего времени ожидания по формуле:

△t=Q\*T=N/K \*T

Это значение будет меняться, поскольку N и T – случайные величины. Именно поэтому невозможно гарантировать, что клиент точно не будет ждать больше положенного времени М. Вместо этого мы можем( с помощью имитационного моделирования) подсчитать, какую долю времени оценка интервала ожидания △t будет больше, чем М минут. Для определения этой доли нужно подсчитать количество «плохих» минут и разделить его на общее время моделирования L.

Если доля «плохого» времени получилась, например, 0,95 (95%), то клиент практически всегда будет вынужден ждать слишком долго, и количество касс нужно увеличивать. Если эта доля равна 0,05, то время ожидания будет больше допустимого только в 5% случаев, такой результат можно считать приемлемым.

Таким образом, нужно составить программу, которая запрашивает количество касс, выполняет моделирование работы банка в течение рабочего дня и выдает долю «плохих» минут. Сначала задаем начальные значения переменных:

Pmax:=4 | максимальное число входящих за 1 минуту

Tmin:=1 | минимальное время обслуживания

Tmax:=9 | максимальное время обслуживания

L:=480 | период моделирования в минутах (8 часов)

M:=15 | допустимое время ожидания

N:=0 | сначала в банке никого нет

Count:=0 | счетчик «плохих» минут

Затем нужно ввести количество кассиров К. Основной цикл моделирует работу банка в течение L минут:

for i:=1 to L do begin

P:=random(Pmax+1);

T:=Tmin+random\*(Tmax-Tmin);

R:=round(K/T)

N:=N+P-R;

if N<0 then N:=0;

dT:N/K\*T

if dT>M then

count:=count+1;

end;

На каждом шаге последовательно вычисляются:

* Случайное число входящих клиентов Р
* Случайное время обслуживания Т
* Число клиентов R, обслуженных за эту минуту
* Число клиентов в помещении банка N, если оно получилось отрицательным, то используется нулевое значение
* Время ожидания, если оно больше допустимого времени М, увеличивается счетчик «плохих» минут.

После окончания работы цикла остается вывести результат – отношение count/L, которое представляет собой долю «плохих» минут. Нужно провести серию экспериментов с моделью и выбрать минимальное значение К, при котором доля «плохих» минут будет менее 5%. Стоит помнить, что в модели используются случайные числа, поэтому при каждом новом запуске программы результаты расчетов будут немного меняться. Теперь я напишу полную программу и найду с ее помощью нужное число касс.

Глава 2

При исследовании операций часто приходится сталкиваться с системами, предназначенными для многоразового использования при решении однотипных задач. Возникающие при этом процессы получили название процессов обслуживания, а системы — систем массового обслуживания (СМО).

Свою практическую часть диплома я собираюсь реализовывать в программной среде Delphi. Мой выбор пал именно на эту среду, в связи с ее удобным графическим интерфейсом, а так же, учитывая тот факт, что мы проходили ее в курсе информатики за 10 класс.

Вероятностная модель выдает процент клиентов которые ждали больше положенного, если этот процент мал, то касс достаточно, а детерминированная модель считает сколько касс нужно при определенном количестве клиентов, то есть, если мы вводим одинаковые данные и детерминированная модель не выдает большее значение касс чем мы ввели, а вероятностная выдает малый процент, то модели верно работают и подтверждают вычисления друг друга.

В итоге экспериментов я получил наилучшие показатели «плохих минут»

в вероятностной модели при данных условиях:0,37

Максимальное время обслуживания:20

Минимальное время обслуживания:1

Максимальное число входящих за минуту:10

Время моделирования(минуты):30

Допустимое время ожидания:20

Количество касс:20

А так же показатели «требуемого число касс»

в детерминированной модели при данных условиях:100

Время обслуживания(я взял среднее из вероятностной модели):

Количество касс:

Число входящих за минуту:

Описание (блок-схемы) моей программы временно будет в дополнительных файлах.

Вывод

Проведя ряд экспериментов, я обнаружил, что вычисления произведенные вероятностной моделью подтверждают результаты детерминированной, если вводишь одинаковые данные и детерминированная модель не выдает большее значение касс чем ты ввел, а вероятностная выдает малый процент, то модели верно работают и подтверждают вычисления друг друга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков К.Ю., Информатика. Углубленный уровень: учебник для 11 класса.- БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013

2. Гофман В.Э., Хомоненко А.Д. Быстрый старт. - БХВ-Петербург, 2003

3. Осипов Л.А. Проектирование систем массового обслуживания. - Адвансед Солюшнз", 2011.

Приложение

unit Unit1;

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,

Dialogs, StdCtrls;

type

TForm1 = class(TForm)

Button1: TButton;

Button2: TButton;

Edit1: TEdit;

Edit2: TEdit;

Edit3: TEdit;

Edit4: TEdit;

Edit5: TEdit;

Label1: TLabel;

Label2: TLabel;

Label3: TLabel;

Label4: TLabel;

Label5: TLabel;

Edit6: TEdit;

Label6: TLabel;

Edit7: TEdit;

Label7: TLabel;

Label8: TLabel;

Label9: TLabel;

Label10: TLabel;

Label12: TLabel;

Label13: TLabel;

Edit8: TEdit;

Edit9: TEdit;

Edit11: TEdit;

Label14: TLabel;

Button3: TButton;

Edit10: TEdit;

procedure Button2Click(Sender: TObject);

procedure Button1Click(Sender: TObject);

procedure Button3Click(Sender: TObject);

private

{ Private declarations }

public

{ Public declarations }

end;

var

Form1: TForm1;

Tmax,t,Tmin,p,Pmax,l,m,count,r,i,n,k,K1,P1,T1:Integer;

x,d:Real;

implementation

{$R \*.dfm}

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);

begin

randomize;

Tmax:=StrToInt(edit1.Text);

Tmin:=StrToInt(edit7.Text);

Pmax:=StrToInt(edit2.Text);

l:=StrToInt(edit3.Text);

m:=StrToInt(edit4.Text);

k:=StrToInt(edit5.Text);

n:=0;

count:=0;

for i:=1 to l do begin

p:=random(Pmax+1);

t:=Tmin+random(Tmax-Tmin);

r:=round(k/t);

n:=(n+p)-r;

If n<0 Then n:=0;

x:=(n / k);

x:=x\*t;

if x>m then count:=count+1;

end;

d:=(count / l);

edit6.Text:=FloatToStr(d);

end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);

begin

close;

end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);

begin

T1:=StrToInt(edit8.Text);

K1:=StrToInt(edit10.Text);

P1:=StrToInt(edit9.Text);

if K1>=P1\*T1 then edit11.text:=inttostr(K1)

else

repeat

begin

K1:=K1+1;

edit11.text:=inttostr(K1);

end;

until K1>=P1\*T1;

end;

end.

1. Поляков К.Ю., Информатика. Углубленный уровень: учебник для 11 класса.- БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 [↑](#footnote-ref-1)