**Программа имитационного моделирования работы банка**

**Содержание**

[1. Постановка задачи 3](#_Toc56175271)

[2. Метод решения задачи 4](#_Toc56175272)

[3. ПРОГРАММНОЕ РЕШЕНИЕ 6](#_Toc56175273)

[4. Инструкция пользователю 7](#_Toc56175274)

[5. РУКОВОДСТВО ПРОГРАММИСТА 8](#_Toc56175275)

[6. ПРИЛОЖЕНИЕ А – «Блок-схема имитационного моделирования работы банка» 9](#_Toc56175276)

# Постановка задачи

В современном мире гарантией эффективной работы любого предприятия служит рациональное использование денежных средств и трудового фактора. Так для расчета экономического эффекта работы банка необходимо провести имитационное моделирование на основании предварительно установленных зависимостей.

Допустим, что клиенты в банк прибывают с интервалом, исчисляемым в минутах (см. рис. 1).









800

t

Рис. 1 – «Приход клиентов в банк»

Приход клиентов в банк описывается пуассоновским потоком с интенсивностью r, который определяется следующим образом:

 (1.1)

где: r – интенсивность потока;

k – время между приходами клиентов.

Параметр k может принимать дискретные значения от нуля до бесконечности. Причем k=0 означает приход сразу двух клиентов.

Предположим, в банке имеется N касс. Математическое ожидание обслуживания клиентов в банке обозначим . Обслуживание клиентов у касс происходит по экспоненциальному закону распределения случайной величины  ( - время обслуживания клиентов) с плотностью распределения :

 (1.2)

Примечание:

Если в банке есть свободные кассы, то клиент становится на обслуживание к ближайшей из них (т.е. к кассе с минимальным номером). Если все кассы заняты – клиент становится в очередь к той кассе, где очередь минимальна. Если очереди одинаковы, то клиент становится в любую из них.

Для решения поставленной задачи необходимо разработать алгоритм имитационного моделирования работы банка за восьмичасовой рабочий день. А также определить время простоя касс и количество клиентов в очереди не обслуженных на момент закрытия банка.

# Метод решения задачи

Имитационное моделирование на ЭВМ процесса функционирования автоматизированной системы управления работой банка позволяет получить численное решение поставленной задачи. Суть рассматриваемого приближенного метода решения состоит в проведении ряда случайных испытаний вероятностной модели исследуемой системы и получении совокупности реализаций случайных процессов изменения состояния.

В результате многократной реализации случайных процессов определяются оценки вероятности тех или иных событий и средние значения случайных величин. Имитационное моделирование связано с необходимостью воспроизведения случайных событий и величин, распределенных по произвольному закону. Существует несколько способов генерации случайных величин и формирования их распределений. Модель системы управления работой банка включает в себя:

* + Приход клиентов в банк ;
  + Время обслуживания клиентов у касс .

По условию поставленной задачи приход клиентов в банк описывается пуассоновским потоком с интенсивностью r. Для лучшего понимания сути распределения Пуассона необходимо знать основные определения:

Интенсивность потока – среднее число событий, которое появляется в единицу времени.

Поток – последовательность событий, которые наступают в случайные моменты времени.

Закон распределения Пуассона выражается формулой (1.1).

Будем моделировать интервал времени между двумя последовательно зашедшими в банк клиентами методом Монте-Карло с датчиком случайных чисел на интервале [0 - 1].

Совокупность  независимых случайных событий, образующих полную группу, характеризуется вероятностями появления каждого из событий , причем . Для моделирования этой совокупности случайных событий используется генератор случайных чисел, равномерно распределенных в интервале [0 - 1]. При делении отрезка [0 - 1] на n частей, численно равных , возникновение события  устанавливается путем определения нахождения случайного числа Х в пределах интервала при проверке условия , где  изменяется от нуля до n. При  имеем ; при  имеем  и так далее. При подстановке  в формулу (1.1) получим:

 ;

 ;

  и так далее.

Причем (мин.) – максимальное количество ожидания клиентов.

Так как опыт проводится многократно, то, очевидно, что частота попадания случайных чисел на каждый из отрезков, определяющихся их длиной, и соответствует полученным вероятностям.

Моделирование времени обслуживания клиентов у касс происходит по экспоненциальному закону распределения, формула которого представлена выше (формула (1.2)).

Время обслуживания клиентов , как и любая иная случайная величина, описывается функцией распределения , определяемая как вероятность  случайного события, заключающегося в том, что время обслуживания клиентов меньше некоторого заданного времени :



Эта вероятность рассматривается как функция  во всем диапазоне возможных значений величины . Функция распределения любой случайной величины является неубывающей функцией времени . Примерный вид функции  дан на рисунке 3.





1

Рис. 3 – «Функция распределения экспоненциального закона»

Так как значения  не могут быть отрицательными, то . При  величина  стремится к единице. Таким образом, функция распределения времени обслуживания клиентов:

 (1.3)

где  - параметр распределения (среднее время обслуживания клиентов у кассы).

Соответственно плотность распределения:

 (1.4)

Для моделирования времени обслуживания клиента у кассы проинтегрируем функцию распределения :



 (1.5)

От датчика случайных чисел равномерно распределенных на интервале [0 - 1] получаем очередное число Х, которое подставляем в формулу (1.5) и вычисляем :



 (1.6)

Из соотношения (1.6) найдем  соответствующее Х, которое будем принимать за случайное число, обозначающее время обслуживания данной кассой.

# ПРОГРАММНОЕ РЕШЕНИЕ

Программа имитационного моделирования работы банка написана на языке C с помощью среды разработки Borland C++ 3.1.

Исходный текст программы состоит из следующих файлов:

– main.c – содержит реализацию основных функций программы:

void ZovnVydProg (void) – перерисовка интерфейса программы;

void InZminnyh (void) – очистка переменных;

void Zapusk (void) – прием входных данных и их обработка.

Данный файл содержит так же описание используемых глобальных переменных.

– main.h – файл содержит прототипы основных функций, реализованных в файле main.c, а так же прототипы функций вычисления, реализованных в файле engine.c;

– engine.c – файл содержит реализацию функций вычисления:

ZVIT\* Obchyslennya (void) – функция, содержащая основной цикл вычисления;

void KorChasuObsl (void) – коррекция времени обслуживания каждого клиента;

int TObsl(void) – моделирование времени обслуживания для очередного клиента;

int MinCherga (void) – определение номера кассы с минимальной очередью;

void DobKlUChergy (void) – постановка клиента в очередь, либо к свободной кассы;

int Ksi(void) – моделирование времени прихода очередного клиента;

# Инструкция пользователю

1. Программа имитационного моделирования работы банка расположена по следующему адресу:

С:\П – 00 – 51\К&F\Bank.exe

1. На запрос программы:

« Введите количество касс : »

Вводим предполагаемое (данное) количество касс обслуживающих клиентов.

1. На запрос программы:

« Введите интенсивность потока r: »

Вводим r - интенсивность потока, равную среднему числу событий, которые появляются в единицу времени.

1. На запрос программы:

« Введите параметр распределения lambda: »

Вводим  равное среднему времени обслуживания клиентов у кассы.

1. На запрос программы:

« Введите максимальное время ожидания клиента: »

Вводим k равное максимальному времени в минутах ожидания клиентов.

# РУКОВОДСТВО ПРОГРАММИСТА

Несмотря на то, что программа предназначена для создания имитационной модели работы банка, она также может использоваться для других целей, к примеру, для моделирования работы магазина. Вследствие этого может возникнуть необходимость в модернизации или изменении программы.

– Для изменения продолжительности рабочего дня необходимо изменить значение константы WORK\_TIME, описанную в файле engine.c;

– Для изменения закона распределения, использующегося для моделирования времени прихода следующего клиента необходимо изменить содержимое функции int Ksi(void), подставив в тело реализацию необходимого распределения;

– Для изменения закона распределения, использующегося для моделирования времени обслуживания клиента кассиром необходимо изменить содержимое функции int TObsl(void), подставив в тело реализацию необходимого распределения;

– В случае возникновения необходимости ввода времени работы банка пользователем при каждом запуске программы необходимо сделать следующие изменения:

1. Добавить название соответствующего поля ввода к массиву названия полей \*ZagolPol[];
2. Добавить окно поля ввода в функцию void ZovnVydProg(void);
3. Увеличить верхнюю границу счетчика в цикле перерисовки названий полей функции void ZovnVydProg (void);
4. Добавить соответствующий обработчик в функцию void Zapusk(void);
5. В файле engine.c изменить строку #define WORK\_TIME 8\*60 строкой #define WORK\_TIME timevar, где timevar – имя переменной, содержащей введенное пользователем время работы банка;

– В случае возникновения необходимости получения более детальной информации о работе банка необходимо добавить соответствующие переменные в структуру ZVIT и обеспечить заполнение этих переменных значениями в соответствующих функциях.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А – «Блок-схема имитационного моделирования работы банка»

**2**

**1**

**Передвинуть очередь**

**Скорр-ть время обслуж-я у касс**

**Скорр-ть, выч-ть простой касс** Stпр

**да**

**t=0**

**нет**

**Поставить клиента к кассам или в очередь**

**да**

**да**

**S**tпр::=0

**t**кл::=0

**t**::=0

**t=0**

**Ввод кол-ва касс** N

**Ввод** r, k,

**начало**

Длина очереди у касс

Время обслуж-я у касс

Время прихода очередного клиента

1

t::=t+1

T480

Подсчет очереди

Выдача L и Stпр

Выход

2

да

Процедура постановки клиента в очередь

**Блок схема корректировки времени обслуживания клиентов у касс и продвижения очереди.**

Вычисляем τj время

обслуживания клиентов

начало

j:=1

τj = 0

j:=j+1

j ≤ m

jmin=1, lmin = l1

j:=1

lj < lmin

lmin=lj;

j:=j+1

j ≤ m

lmin= l +1

Вычисл ξ-время очередного прихода клиента

# tкл:=t + ξ

конец

да

да

нет

да

Уменьшаем на 1 время его обслуживания

конец

i = 0

начало

i = i +1









Вычисляем 



i< n

да

да

да

да

Есть ли клиент у кассы

Проверяем есть ли очередь

Вычисляем новое время обслуживания клиента

Уменьшаем очередь на одного человека