**Задание 1**

Выполнить математическое моделирование процесса обслуживания клиентов банка, найти основные функциональные характеристики системы обслуживания, а также проанализировать возможность повышения эффективности обслуживания при следующих условиях:

* банк имеет ***n*** операторов для обслуживания клиентов;
* моменты прихода клиентов в банк образуют простейший поток с плотностью ***λ***;
* длительность деловых операций с одним клиентом имеет показательное распределение с математическим ожиданием, равным ***τ*0**;
* вновь поступивший клиент обслуживается любым свободным оператором;
* клиент, заставший всех операторов занятыми, становится в очередь и ожидает, пока не освободится какой-либо оператор;
* время ожидания клиента не ограничено (чистая система с ожиданием).

В ходе работы выполнить следующие действия.

1. Построить математическую модель представленной СМО. Изобразить схему СМО.
2. Разработать программу (язык программирования С#), обеспечивающую выполнение следующих функций: для заданных значений параметров ***n***, ***λ*** и ***τ*0** (вводятся пользователем) – получение ответа на вопрос о существовании в СМО установившегося режима; в случае положительного ответа – определение следующих характеристик СМО:
   1. вероятностей ***р*0**, ***р*1**, *…* , ***рn***;
   2. вероятности наличия очереди;
   3. средней длины очереди;
   4. среднего времени ожидания клиента в очереди;
   5. среднего числа занятых операторов.
3. Выбрав значения параметров ***n***, ***λ*** и ***τ*0** в соответствии с номером своего варианта (таблица 1), выполнить программу и получить все указанные в п. 2 характеристики СМО.
4. Предположим: руководитель отделения банка хочет, чтобы среднее время ожидания клиента в очереди не превышало ***τ*max**. Модифицировать разработанную при выполнении п. 2 программу для получения ответов на вопросы:
   1. сколько операторов необходимо иметь банку в зале обслуживания для обеспечения этого условия;
   2. какова при этом условии вероятность того, что в каждый момент времени будет свободен более чем 1 оператор.
5. Выполнить расчеты и получить ответы на вопросы п. 4, выбрав значения ***n***, ***λ***, ***τ*0** и ***τ*max** в соответствии с номером своего варианта (таблица 1).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *n* | ***λ***, клиентов/час | ***τ*0**, мин | ***τmax***, мин |
| 3 | 33 | 5 | 8 |

**Задание 2**

Выполнить математическое моделирование процесса функционирования автомобильной стоянки вблизи некоторого учреждения и найти основные функциональные характеристики системы при следующих условиях:

* автостоянка имеет ***n*** мест для автомобилей;
* возможно размещение дополнительно ***K*** автомобилей на пешеходных дорожках возле автостоянки;
* автомобили, размещенные на пешеходных дорожках, не могут там оставаться постоянно и должны ожидать, пока на стоянке освободится место;
* моменты приезда автомобилей на стоянку образуют простейший поток с плотностью ***λ***;
* время пребывания автомобилей на стоянке имеет показательное распределение с математическим ожиданием, равным ***τ*0**.

В ходе работы выполнить следующие действия.

1. Построить математическую модель представленной СМО.
2. Разработать программу (язык программирования С#), обеспечивающую выполнение следующих функций: для заданных значений параметров ***n***, ***K***, ***λ*** и ***τ*0** (вводятся пользователем) – определение следующих характеристик СМО:
   1. процента автомобилей (от общего числа прибывших на стоянку), которые вынуждены искать другое место для парковки;
   2. процента автомобилей (от общего числа прибывших на стоянку), которые вынуждены ожидать на пешеходной дорожке;
   3. среднего числа занятых мест на стоянке;
   4. среднего числа занятых мест на пешеходных дорожках;
   5. среднего числа посетителей учреждения, не нашедших места на стоянке в течение 8-часового рабочего дня.
3. Выбрав значения параметров ***n***, ***K***, ***λ*** и ***τ*0** в соответствии с номером своего варианта (таблица 2), выполнить программу и получить все указанные в п. 2 характеристики СМО.
4. Используя полученные результаты, оценить качество обслуживания в рассматриваемой СМО и, в случае необходимости, сформулировать рекомендации по его повышению.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | ***n*** | ***K*** | ***λ***, авт./час | ***τ*0**, мин |
| 4 | 28 | 8 | 18 | 55 |