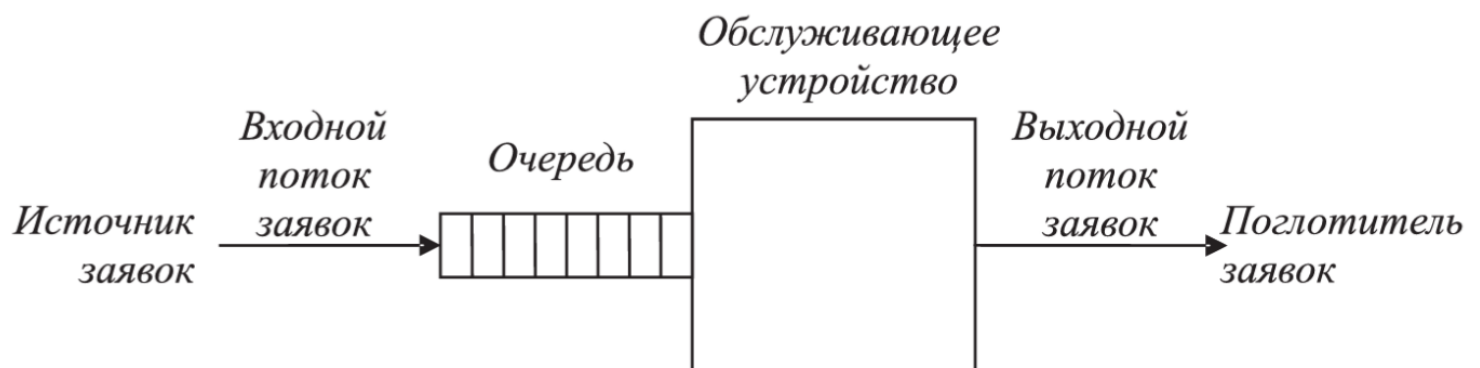


## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМО

Система массового обслуживания – абстрактный объект, в котором выполняется последовательность операций. Представляет собой совокупность приборов обслуживания, которые связаны определенным логическим порядком. В соответствии с этой логикой происходит движение материальных носителей – заявок на обслуживание – от канала (ОУ –обслуживающее устройство) к каналу (ОУ).

Структура системы массового обслуживания:

### Структура системы массового обслуживания:



В системах массового обслуживания различают этапы, которые проходит каждая заявка: • появление заявки на входе в систему; • прохождение очереди; • процесс обслуживания, после которого заявка покидает систему.

### ВХОДНОЙ ПОТОК ЗАЯВОК

Заявка характеризуется:

- моментом появления на входе системы,

- статусом по отношению к другим заявкам,
- некоторыми параметрами, определяющими потребности во временных ресурсах на обслуживание и др. Постоянно поступающие заявки на обслуживание образуют поток заявок – совокупность заявок, распределенную во времени.

Поток заявок может быть однородным (с точки зрения обслуживания все заявки равноправны) и неоднородным. Основным параметром потока заявок – промежуток времени между моментами поступления 2-х соседних заявок. Поток заявок может быть стационарным и нестационарным (например, изменяться от времени суток). Поток заявок рассматривается как случайный процесс, характеризующийся функцией распределения периода поступления заявок (например, простейший поток, поток Эрланга).

### ОБСЛУЖИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО (КАНАЛ)

Элемент системы, в котором происходят операции, называется обслуживающим устройством. В момент выполнения операций он занят, иначе – свободен. Если ОУ (канал) свободен, то заявка принимается к обслуживанию. Обслуживание каждой заявки каналом означает задержку в нем заявки на время, равное периоду обслуживания. После обслуживания заявка покидает прибор обслуживания. Таким образом, ОУ характеризуется временем обслуживания заявки.

Режим обслуживания, так же как режим поступления заявок, может характеризоваться постоянным или случайным временем обслуживания. При постоянном времени на обслуживание любого клиента затрачивается одинаковое время. Такая ситуация может наблюдаться на автоматической мойке автомобилей. На практике часто встречаются ситуации, когда время обслуживания имеет случайное распределение.

## ОЧЕРЕДИ

При случайном характере поступления заявок образуются очереди. Заявки принимаются к обслуживанию

- в порядке очереди (FIFO, очереди с приоритетами и др.),
- в случайном порядке в соответствии с заданными распределениями,
- по минимальному времени получения отказа, и др.

## ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ

- Общее количество обслуженных заявок за какой-либо промежуток времени;
- Пропускная способность системы – среднее число заявок, обслуженных в единицу времени;
- Доля обслуженных заявок;
- Доля заявок, получивших отказ;

- Время пребывания заявки в системе (от момента поступления заявки в систему до момента завершения ее обслуживания);
- Среднее время обслуживания (функция распределения времени обслуживания);
- Средняя длина очереди;
- Среднее время ожидания;
- Загрузка каналов – коэффициент использования (как доля времени, в течение которого ОУ было занято) – характеризует степень простоя ОУ;

## ТИПЫ СМО

По характеристикам входного потока различают замкнутые СМО и разомкнутые СМО.

- В замкнутых СМО в системе циркулирует определенное конечное число заявок (конечное число требований). Существует определенная обратная связь и входной поток зависит от числа заявок, находящихся на обслуживании, а заявки с выхода могут поступать на вход системы.
- В разомкнутых СМО количество поступающих заявок бесконечно. Функционирование источников и входной поток не зависят от процесса обслуживания.

По характеристикам очередей:

- системы с отказами (заявка, пришедшая в момент, когда все каналы обслуживания заняты или заняты все места в очереди, получает отказ и покидает систему)
- системы без отказов (СМО с ожиданием) (заявка не покидает систему, а становится в очередь и ждет, пока не освободится какой-нибудь канал. Время ожидания в общем случае неограниченно. Неограниченным может быть и количество требований, поступающих в систему)
- смешанного типа могут иметь ограничение на время ожидания или на размеры очереди.

По характеристикам процесса обслуживания:

1. По количеству параллельно включаемых обслуживающих каналов СМО делятся на

- многоканальные,
- одноканальные

В  $n$ -канальной СМО одновременно может обслуживаться  $n$  заявок.

2. По числу этапов – фаз обслуживания заявок входного потока, реализуемых при последовательно включенных элементарных приборах обслуживания или их комбинаций, выделяют однофазные, многофазные СМО. Многофазные СМО часто называют сетями массового обслуживания.

По наличию специальных правил обслуживания различают СМО:

- с упорядоченной очередью и с неупорядоченной очередью;
- с приоритетами и без приоритетов;

### ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ СМО С ОТКАЗАМИ

- абсолютная пропускная способность  $Q$ , определяющая среднее количество заявок, обслуживаемых за время  $T$ ;
- относительная пропускная способность  $q$ , характеризующая отношение среднего количества обслуженных заявок  $Q$  к среднему числу  $\lambda$  поступивших заявок за время  $T$   $q = Q/\lambda$ ;
- среднее число одновременно занятых каналов  $n_3$  и коэффициент использования каналов как отношение занятых каналов к их общему количеству  $K_u = \frac{\bar{n}_3}{n}$

### ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ СМО С ОЖИДАНИЕМ

- вероятность непревышения времени ожидания  $t_{ож}$  заявки в очереди некоторого предельного значения  $t_{гр}$   $P(t_{ож} \leq t_{гр})$ ;
- среднее количество заявок в очереди  $e_{ож}$  и в системе в целом  $e_c = e_{ож} + e_{об}$  (в очереди и на обслуживании);
- среднее время пребывания заявки в очереди  $t_{ож}$  и в системе в целом  $t_c = t_{ож} + t_{об}$  (в очереди и на обслуживании);

- среднее количество одновременно занятых каналов  $n_3$  и коэффициент их использования  $K_u = \frac{\bar{n}_3}{n}$