БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С НЕТЕРПЕЛИВЫМИ КЛИЕНТАМИ

Введение

В нашей жизни очень часто приходится сталкиваться с анализом работы своеобразных систем, называемых системами массового обслуживания (СМО). Примерами таких систем могут служить: телефонные, заправочные станции, билетные кассы, справочные бюро, магазины, парикмахерские, телефонные сети и т. п.

Каждая СМО состоит из какого-то числа обслуживающих единиц, которые мы будем называть каналами обслуживания. В качестве «каналов» могут фигурировать: линии связи, рабочие точки, приборы, железнодорожные пути, лифты, автомашины и т. д.

Каждая система массового обслуживания предназначена для обслуживания какого-то потока заявок, поступающих на СМО в какие-то, вообще говоря, случайные моменты времени. Обслуживание поступившей заявки продолжается некоторое время, после чего канал освобождается и готов к принятию следующей заявки. Случайный характер потока заявок приводит к тому, что в какие-то промежутки времени на входе СМО скапливается излишне большое число заявок (они либо образуют очередь, либо покидают СМО необслуженными); в другие же периоды СМО будет работать с недогрузкой или вообще простаивать.

Каждая система массового обслуживания, в зависимости от числа каналов и их производительности, а также от характера потока заявок, обладает какой-то пропускной способностью, позволяющей ей более или менее успешно справляться с потоком заявок. Предмет теории массового обслуживания — установление зависимости между характером потока заявок, числом каналов, их производительностью, правилами работы СМО и успешностью (эффективностью) обслуживания.

В качестве характеристик эффективности обслуживания, в зависимости от условий задачи и целей исследования, могут применяться различные величины и функции, например:

— среднее количество заявок, которое может обслужить СМО в единицу времени;

— средний процент заявок, получающих отказ и покидающих СМО необслуженными;

— вероятность того, что поступившая заявка немедленно будет принята к обслуживанию;

— среднее время ожидания в очереди;

— закон распределения времени ожидания;

— среднее количество заявок, находящихся в очереди;

— закон распределения числа заявок в очереди;

— средний доход, приносимый СМО в единицу времени и т. д.

Случайный характер потока заявок, а в общем случае и длительности обслуживания приводит к тому, что в системе массового обслуживания будет происходить какой-то случайный процесс. Чтобы дать рекомендации по рациональной организации этого процесса и предъявить разумные требования к СМО, необходимо изучить случайный процесс, протекающий в системе, описать его математически. Этим и занимается теория массового обслуживания.

Заметим, что за последние годы область применения математических методов теории массового обслуживания непрерывно расширяется и все больше выходит за пределы задач, связанных с «обслуживающими организациями» в буквальном смысле слова. Как своеобразные системы массового обслуживания могут рассматриваться: электронные цифровые вычислительные машины; системы сбора и обработки информации; автоматизированные производственные цехи, поточные линии; транспортные системы; системы противовоздушной обороны и т. п.

Близкими к задачам теории массового обслуживания являются многие задачи, возникающие при анализе надежности технических устройств.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Системы массового обслуживания вообще могут быть двух типов.

1. Системы с отказами. В таких системах заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, получает «отказ», покидает СМО и в дальнейшем процессе обслуживания не участвует.

2. Системы с ожиданием (с очередью). В таких системах заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, становится в очередь и ожидает, пока не освободится один из каналов. Как только освободится канал, принимается к обслуживанию одна из заявок, стоящих в очереди.

Обслуживание в системе с ожиданием может быть «упорядоченным» (заявки обслуживаются в порядке поступления) и «неупорядоченным» (заявки обслуживаются в случайном порядке). Кроме того, в некоторых СМО применяется так называемое «обслуживание с приоритетом», когда некоторые заявки обслуживаются в первую очередь, предпочтительно перед другими.

Системы с очередью делятся на системы с неограниченным ожиданием и системы с ограниченным ожиданием.

В системах с неограниченным ожиданием каждая заявка, поступившая в момент, когда нет свободных каналов, становится в очередь и «терпеливо» ждет освобождения канала, который примет ее к обслуживанию. Любая заявка, поступившая в СМО, рано или поздно будет обслужена.

В системах с ограниченным ожиданием на пребывание заявки в очереди накладываются те или другие ограничения. Эти ограничения могут касаться длины очереди (числа заявок, одновременно находящихся в очереди), времени пребывания заявки в очереди (после какого-то срока пребывания в очереди заявка покидает очередь и уходит), общего времени пребывания заявки в СМО и т. д.

В зависимости от типа СМО, при оценке ее эффективности могут применяться те или другие величины (показатели эффективности). Например, для СМО с отказами одной из важнейших характеристик ее продуктивности является так называемая абсолютная пропускная способность — среднее число заявок, которое может обслужить система за единицу времени.

Наряду с абсолютной, часто рассматривается относительная пропускная способность СМО — средняя доля поступивших заявок, обслуживаемая системой (отношение среднего числа заявок, обслуживаемых системой в единицу времени, к среднему числу поступающих за это время заявок).

Помимо абсолютной и относительной пропускной способностей, при анализе СМО с отказами нас могут, в зависимости от задачи исследования, интересовать и другие характеристики, например:

— среднее число занятых каналов,

— среднее относительное время простоя системы в целом и отдельного канала и т. д.

Перейдем к рассмотрению характеристик СМО с ожиданием.

Очевидно, для СМО с неограниченным ожиданием как абсолютная, так и относительная пропускная способность теряют смысл, так как каждая поступившая заявка рано или поздно будет обслужена. Зато для такой СМО весьма важными характеристиками являются:

— среднее число заявок в очереди,

— среднее число заявок в системе (в очереди и под обслуживанием),

— среднее время ожидания заявки в очереди,

— среднее время пребывания заявки в системе (в очереди и под обслуживанием), и другие характеристики ожидания.

Для СМО с ограниченным ожиданием интерес представляют обе группы характеристик: как абсолютная и относительная пропускная способности, так и характеристики ожидания.

Для анализа процесса, протекающего в СМО, существенно знать основные параметры системы: число каналов п, интенсивность потока заявок к, производительность каждого канала (среднее число заявок (г, обслуживаемое каналом в единицу времени), условия образования очереди (ограничения, если они есть).

В зависимости от этих параметров мы и будем в дальнейшем выражать характеристики эффективности работы СМО.

Заранее условимся (чтобы не оговаривать это всякий раз отдельно), что мы будем считать все потоки событий, переводящие СМО из состояния в состояние, пуассоновскими. В тех редких случаях, когда мы будем рассматривать не-марковские системы массового обслуживания, мы будем каждый раз оговаривать это специально.

Напомним, что в случае, когда пуассоновский поток стационарен (простейший поток), интервал времени Т между событиями в этом потоке есть случайная величина, распределенная по показательному закону:

(2.1)

где к — интенсивность потока событий.

В случае, когда из какого-то состояния St систему выводят сразу несколько простейших потоков, величина Т — время пребывания системы (подряд) в данном состоянии есть случайная величина, распределенная по закону (2.1), где к — суммарная интенсивность всех потоков событий, выводящих систему из данного состояния.