

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

Расчет нагрузки

Цель работы – получение навыков расчета нагрузки.

1. Основные сведения

1.1. Нагрузка

Нагрузка есть суммарное время обслуживания вызовов за фиксированное время t . Единицей измерения нагрузки является часо-занятие, т.к. величина нагрузки складывается из промежутков времени, соответствующих отдельным занятиям.

Одно часо-занятие – нагрузка, которая может быть обслужена одним соединительным устройством (одним выходом коммутационного поля – КП) при его непрерывном занятии в течении одного часа.

Различают следующие виды телефонной нагрузки:

- 1) Поступающая;
- 2) Обслуженная;
- 3) Потерянная.

Нагрузка обладает аддитивным свойством: обслуженная за некоторый промежуток времени нагрузка равна сумме нагрузок, обслуженных на отдельных непересекающихся отрезках времени, составляющих этот промежуток:

$$Y(0, t_1+t_2)=Y(0, t_1)+Y(t_1, t_2)$$

1.2. Интенсивность нагрузки

Интенсивность нагрузки – математическое ожидание нагрузки в единицу времени. Единица измерения интенсивности нагрузки – Эрланг:

1 Эрл=1 часо-занятие/час,

где 1 Эрл – интенсивность нагрузки, при которой обслуживающий прибор будет полностью занят в течение одного часа.

В теории телетрафика для краткости интенсивность нагрузки называют нагрузкой.

В общем случае система коммутации состоит из коммутационного поля (КП) и управляющего устройства (УУ).

Вызовы, поступающие в систему, характеризуется

- параметром поступающего потока вызовов λ_0 , численно равным числу пакетов, поступающих в единицу времени;
- средней длительностью занятия t_s , зависящей от скорости прохождения вызова через КП.

Каждый поступающий вызов содержит информацию пользователя и служебную информацию. Служебная информация содержит адрес пункта назначения для доставки информации пользователя и используется для

маршрутизации вызова в сети связи. Она обрабатывается УУ, темп ее поступления совпадает с параметром поступающего потока вызовов λ_0 . УУ располагает всеми данными о ресурсах системы и, если необходимые ресурсы для установления соединения имеются, то вызов принимается к обслуживанию.

Поступающая нагрузка A_0 , создаваемая простейшим потоком вызовов, численно равна среднему числу вызовов λ , поступивших за среднее время занятия t_s : $A_0 = \lambda_0 t_s$.

Время обработки вызова управляющим устройством образует аппаратную задержку, которая не зависит от скорости прохождения вызова через КП. Принятые к обслуживанию вызовы обрабатываются (коммутируются) в КП и образуют **обслуженную нагрузку** A_s , численно равной среднему числу одновременно занятых соединительных линий (занятых выходов КП), которые обслуживают эту нагрузку:

$$A_s = \lambda_s t_s = \underline{V},$$

где \underline{V} – среднее число одновременно занятых соединительных линий (выходов).

В отдельные моменты времени число одновременно поступивших вызовов может превышать ресурсы системы, что приводит к блокировке некоторых вызовов. Блокировка – событие, состоящее в невозможности обслуживания вызова в момент его поступления из-за дефицита ресурсов, например, линий связи или скорости передачи. В зависимости от типа системы коммутации, блокированные вызовы, образующие **блокированную (потерянную) нагрузку** A_L , обслуживаются различно. Они могут сразу же удаляться из системы (система с явными потерями), ставиться в очередь на обслуживание (система с ожиданием) или обслуживаться иным образом.

Таким образом, потерянная нагрузка является частью поступающей A_0 , но не обслуженной нагрузки A_s :

$$A_L = A_0 - A_s.$$

1.3. Поток освобождений

Поток освобождения представляет из себя последовательность моментов окончания обслуживания вызовов и зависит от поступающего потока вызовов, качества работы коммутационной системы и закона распределения длительности обслуживания. Например, если длительность обслуживания является постоянной величиной и отсутствуют потери по вызовам, то свойства потока освобождений совпадают со свойствами потока вызовов.

Продолжительность разговора абонентов $T_{обсл}$ является случайной величиной. Таким образом, закон распределения случайного времени обслуживания является показательным, а значит, что моменты окончания обслуживания не зависят от моментов поступления вызовов и такой поток

освобождений не зависит от свойств поступающего потока вызовов (или качества работы коммутационной системы) и определяется числом обслуживающих вызовов:

$$P(T_{\text{обсл}} < t) = H(t) = 1 - e^{-t/t_s} = 1 - e^{-\mu t}$$

где t_s – среднее время обслуживания; $\mu = 1/t_s$ – интенсивность освобождения обслуживающего прибора.

Если в системе коммутации занято x линий, то вероятность освобождения i линий за промежуток t можно определить по теории вероятности с помощью распределения Бернулли:

$$P(i, x, t) = C_x^i (1 - e^{-\mu t})^i e^{-(x-i)\mu t}$$

2. Содержание работы

2.1. Вычислить поступающую нагрузку, если абонент в течение часа произвел x_1 вызовов со средней длительностью $x_2/10$ минут.

2.2. Вычислите нагрузку, создаваемую пакетом длиной 800 байт на интерфейсе со скоростью 10 Мбит/с.

2.3. В обслуживании системы находится x_1 вызовов, новые вызовы не поступают. Среднее время обслуживания вызова x_2 секунд. Определите вероятности того, что за время t :

- а) освободятся все вызовы;
- б) не освободится ни один вызов;
- в) освободится хотя бы один вызов.

Постройте графики этих вероятностей.

2.4. В течение 5 минут на систему поступило $10 \cdot x_1$ вызовов со средней длительностью занятия x_2 секунд. Принято к обслуживанию 7 вызовов. Определите вероятность потерь, обслуженную нагрузку, потерянную нагрузку.