ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Расчет многоканальной разомкнутой системы массового обслуживания с универсальными постами

Цель:

- научиться определять технические параметры и характеристикиразомкнутых СМО с универсальными постами;

- научиться определять экономические характеристики разомкнутыхСМО с универсальными постами;

- научиться определять оптимальную численность универсальных рабочих постов (каналов обслуживания)

Задание

Определить с использованием теории массового обслуживанияоптимальное количество постов и характеристики работы станции технического обслуживания автомобилей с универсальными постами и ограничением на длину очереди (с построением графика). СТОА выполняет пять видов работ (работа по пяти элементам). Режим работы: восьми часовой рабочий день. СТОА имеет один пост ожидания.

При расчете экономических характеристик СМО учесть, что затраты, связанные с обслуживанием одной заявки (CОБС) составляют 30% от стоимости одного нормо-часа; затраты, связанные с работой одного канала в течение единицы времени (CРАБ) составляют 25% от стоимости одного нормо-часа; затраты, связанные с простоем одного канала в течение единицы времени (СПР) составляют 20% от стоимости одного нормо-часа; убытки, связанные с отказом в обслуживании одной заявки (CОТК) составляют стоимость равную одному нормочасу.

Исходные данные Вариант №4



Количество заездов и время обслуживания по элементам представлено в табл. 1.1

Таблица 1.1

Количество заездов и время обслуживания по элементам

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Параметр | Номер элемента | | | | | | №1 | №2 | №3 | №4 | №5 | | Количество заездов | 572 | 3931 | 5412 | 3381 | 6201 | | , час | 1,16 | 0,69 | 1,15 | 0,74 | 1,14 | |

Найдем среднее время обслуживания по всем элементам, час:

Оценка интенсивности заездов:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Номер элемента | | | | | | | | | | | | | |
| №1 | | №2 | | | | №3 | | | №4 | | №5 | | |
| Среднее количество заездов в день | 12 | 19 | 33 | 38 | 41 | 46 | 66 | 22 | 36 | 21 | 72 | 62 | 29 | 109 |
| Количество дней, в которые были зарегистрированы заезды | 16 | 20 | 31 | 42 | 32 | 27 | 37 | 36 | 26 | 17 | 42 | 33 | 23 | 32 |
| Общее количество дней, в которые были зарегистрированы заезды | 26 | | 132 | | | | 99 | | | 59 | | 88 | | |

- интенсивность заездов по первому элементу:



- интенсивность заездов по второму элементу:



- интенсивность заездов по третьему элементу:



- интенсивность заездов по четвертому элементу:



- интенсивность заездов по пятому элементу:



В итоге общая интенсивность заездов за рабочий день на СТОА составит:

.

Для дальнейших расчетов нам необходима часовая интенсивность, то есть полученное значение надо разделить на 8 (продолжительность рабочего дня):

,

,

,

,

,

.

В связи с тем, что нам необходимо рассчитать СМО с универсальными постами в дальнейших расчетах будет использоваться общая часовая интенсивность заездов на СТО.

Для расчета экономических характеристик необходимо знать затраты, связанные с обслуживанием одной заявки (*С*ОБС), затраты, связанные с работой одного канала в течение единицы времени (*С*РАБ), затраты, связанные с простоем одного канала в течение единицы времени (*С*ПР), убытки, связанные с отказом в обслуживании одной заявки (*С*ОТК).

Для оценки стоимости своих услуг СТО использует стоимость норма – часа (*С*н-ч). Клиент оплачивает оказанные ему услуги, исходя из трудоемкости выполнения операции, т.е. из времени реально затраченного на устранение отказа или выполнения обслуживания, в соответствии со стоимостью норма - часа.

У рассчитываемой СТО стоимость норма – часа составляет 150 рублей. Распределение полученной от работы прибыли представлено в табл. 4.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Таблица 4 | | |
|  | | |
| Распределение прибыли по затратам | | |
|  | | |
| Виды затрат | Доля отнорма - часа | Значение в рублях |
| *С*ОТК | *С*н-ч | 150 |
| *С*РАБ | 0,25*С*н-ч | 37,5 |
| *С*ПР | 0,2*С*н-ч | 30 |
| *С*ОБС | 0,3*С*н-ч | 45 |

После обработки исходной информации, все необходимые для расчета параметры были определены, теперь можно непосредственно приступить к решению поставленной задачи, т.е. определению основных характеристик СМО и оптимизации количества обслуживающих постов.

В расчетах вместо величины  будем использовать интенсивность обслуживания заявок:

, 

и приведенную плотность процесса:

, .

Как уже отмечалось выше, значением параметра *n* (количеством каналов или постов обслуживания) будем задаваться.

Поясним порядок вычисления вероятностей состояний и основных характеристик СМО при *n* = 1.

Определяем вероятность того, что система будет в состоянии простоя:

,

.

Определяем вероятность состояния системы до возникновения очереди:

,

.

Определяем вероятность состояния системы после возникновения очереди:

,

.

Убеждаемся, что расчет выполнен правильно:

,

.

Определяем вероятность отказа:

,

.

Определяем относительную пропускную способность станции:

,

.

Из расчетов следует, что 4% прибывающих автомобилей будут поставлены для немедленного обслуживания и 96 % получат отказ в обслуживании.

Вычисляем абсолютную пропускную способность станции за час работы:

,

.

Вычисляем максимально возможную пропускную способность станции за час работы:

,

.

Вычисляем математическое ожидание числа занятых каналов:

,

.

Определяем математическое ожидание длины очереди:

,

.

Определяем среднее число свободных каналов:

,

.

Вычисляем коэффициент простоя каналов:

,

.

Вычисляем коэффициент занятости каналов:

,

.

Определяем среднее число заявок в СМО:

,

.

Определяем среднее время ожидания в очереди автомобилем, не получившим отказ, час.:

,

.

Определяем среднее время пребывания автомобиля в системе, час.:

,

.

Вычисляем убытки, связанные с отказами в обслуживании, руб.:

,

.

Определяем затраты, связанные с эксплуатацией СМО, руб.:

,

.

Вычисляем затраты, связанные с обслуживанием заявок в СМО, руб.:

,

.

Основные числовые характеристики функционирования СТОА при *n* = 1 определены. В дальнейшем для построения графика оптимизации нам потребуются суммарные значения затрат и значение функции цели, руб.:

,

.

Теперь поясним порядок вычисления вероятностей состояний и основных характеристик СМО с ограничением на длину очереди с универсальными постами при *n* = 2. Расчет выполняется аналогично.

Определяем вероятность того, что система будет в состоянии простоя:

.

Определяем вероятность состояния системы до возникновения очереди:

,

.

Определяем вероятность состояния системы после возникновения очереди:

,

.

Убеждаемся, что расчет выполнен правильно:

.

Определяем вероятность отказа:

.

Определяем относительную пропускную способность станции:

.

Из расчетов следует, что 10 % прибывающих автомобилей будут поставлены для немедленного обслуживания и 90 % получат отказ в обслуживании.

Вычисляем абсолютную пропускную способность станции за час работы:

.

Вычисляем максимально возможную пропускную способность станции за час работы:

.

Вычисляем математическое ожидание числа занятых каналов:

.

Определяем математическое ожидание длины очереди:

.

Определяем среднее число свободных каналов:

.

Вычисляем коэффициент простоя каналов:

.

Вычисляем коэффициент занятости каналов:

.

Определяем среднее число заявок в СМО:

.

Определяем среднее время ожидания в очереди автомобилем, не получившим отказ, час.:

.

Определяем среднее время пребывания автомобиля в системе, час.:

.

Вычисляем убытки, связанные с отказами в обслуживании, руб.:

.

Определяем затраты, связанные с эксплуатацией СМО, руб.:

.

Вычисляем затраты, связанные с обслуживанием заявок в СМО, руб.:

.

Основные числовые характеристики функционирования СТОА при *n* = 2 определены. В дальнейшем для построения графика оптимизации нам потребуются суммарные значения затрат и значение функции цели, руб.:

.

Дальнейший расчет характеристик СМО при *n* = 3…..*n* ведется аналогично предыдущим расчетам и в той же последовательности.

В результате проведенных расчетов для нашего примера получим характеристики СМО, представленные в табл. 5.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 5 | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Значения основных числовых характеристик функционирования СМО | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| Параметр | Количество каналов обслуживания | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *Р*0 | 0,001201 | 0,000163 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Р*отк | 0,96 | 0,9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Р*отн | 0,04 | 0,10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Q*абс | 1,16 | 2,89 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Q*макс | 1,16 | 2,04 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *М*[*S*] | 0,96 | 0,90 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *М*[*K*] | 1,13 | 2,83 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *М*[γ] | -0,13 | -0,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *K*прост | -0,13 | -0,4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *K*занят | 1,13 | 1,4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 2,09 | 3,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *t*ср.ожид | 24 | 4,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *t*сум | 24,98 | 5,48 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Z*ОТК | 4161,6 | 3901,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Z*ЭКСП | 38,6 | 81,2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Z*ОБС | 52,2 | 130,05 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *СО* | 4251,8 | 4112,75 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Из табл. 5 видно, что при *n* = 11 функция цели равна *СО* = 826,7 рублей, а при *n* = 12 функция цели равна *СО* = 829,9 рублей. Так как функция цели имеет лишь один экстремум, следовательно, искомая величина, соответствующая минимальному значению функции цели, найдена, и расчет можно прекратить. Делаем вывод, что в заданных условиях число постов, обеспечивающее максимальный экономический эффект должно быть равно *одиннадцати*. При этом 87 % прибывающих автомобилей будут поставлены для немедленного обслуживания и 13 % получат отказ. Среднее время ожидания в очереди автомобилем составит 0,013 часа.

Основным отличием расчета СМО со *специализированными* постами от расчета СМО с универсальными постами является то, что он ведется отдельно для каждого элемента. То есть необходимо определить оптимальное число постов обслуживающих каждый элемент в отдельности. Это связано с тем, что пост специализируется на обслуживании и ремонте конкретного элемента, и даже если он свободен, он не может принять автомобиль с заявкой на обслуживание другого элемента (*например*, пост по регулированию углов установки управляемых колес или окрасочная камера).

Методика расчета СМО со специализированными постами не отличается от методики расчета СМО с универсальными постами, кроме того, что в расчет вместо величин  и λобщая по всем элементам необходимо подставлять значения  и λ по каждому рассчитываемому элементу (*например*, для приведенного выше примера, для первого элемента  и ).

Как и при расчете СМО с универсальными постами, значением параметра *n* необходимо задаваться, начиная с одного.