

производством на линии заключается в том, что обработка изделия, которое не может разместиться в пределах линии из-за недостатка свободного пространства, откладывается.

Обследования поточной линии показали, что интервалы времени между запросами на обработку изделий распределены экспоненциально с математическим ожиданием, равным 0.4 единицы времени. Времена обработки изделий также распределены экспоненциально, причем на первом рабочем месте обработка занимает в среднем 0.25 единицы времени, а на втором — 0.5 единицы. Предполагается, что изделия автоматически транспортируются от первого рабочего места ко второму за очень малый промежуток времени. Если очередь ко второму рабочему месту заполнена до конца, т.е. в ней ожидают обработки два изделия, то происходит блокировка первого рабочего места, так как изделие с него не может быть убрано. На заблокированное рабочее место не может поступать для обработки другое изделие.

Для оценки предлагаемой схемы необходимо собрать за период, равный 300 единицам времени, статистику по следующим величинам:

- 1) загрузка рабочих мест;
- 2) время обработки одного изделия на поточной линии;
- 3) число изделий, обработка которых отложена (в единицу времени);
- 4) число изделий, находящихся в очереди к каждому рабочему месту;
- 5) доля времени, в течение которого первое рабочее место заблокировано.

На основе собранных данных предложить соответствующие меры по улучшению работы поточной линии.

Пример 2 (Моделирование в системе управления запасами)

Компании, продающей один вид продукции, необходимо определить, какое количество товара она должна иметь в запасе на каждый из последующих n месяцев (n — заданный входной параметр). Промежутки времени между возникновением спроса на товар являются независимыми и представлены случайными величинами, имеющими экспоненциальное распределение, со средним значением 0.1 месяца. Объемы спроса D также являются независимыми (они не зависят от того, когда возникает спрос) и

одинаково распределенными случайными величинами:

$$D = \begin{cases} 1 & \text{с вероятностью } 1/6; \\ 2 & \text{с вероятностью } 1/3; \\ 3 & \text{с вероятностью } 1/3; \\ 4 & \text{с вероятностью } 1/6; \end{cases}$$

В начале каждого месяца компания пересматривает уровень запасов и решает, какое количество товара заказать у поставщика. В случае, когда компания заказывает Z единиц товара, она будет нести затраты, равные

$$K + iZ,$$

где K — покупная стоимость, $K = 32$ д.е.; i — дополнительные затраты на единицу заказанного товара, $i = 3$ д.е. При оформлении заказа время, необходимое для его доставки (именуемое временем доставки или временем получения заказа), является случайной величиной, *равномерно распределенной* между 0.5 и 1 месяца.

Компания использует постоянную стратегию управления запасами (s, S) , чтобы определить, какое количество товаров заказывать, то есть

$$Z = \begin{cases} S - I & \text{если } I < s; \\ 0 & \text{если } I \geq s, \end{cases}$$

где I , S , s — это соответственно уровень запасов в начале месяца, после поступления заказа и критический.

При возникновении спроса на товар он немедленно удовлетворяется, если уровень запасов, по меньшей мере, равен спросу на товар. Если спрос превышает уровень запасов, поставка той части товара, которая превышает спрос над предложением, откладывается и выполняется при будущих поставках. (В этом случае новый уровень запасов равен старому уровню запасов минус объем спроса, что приводит к появлению отрицательного уровня запасов.) При поступлении заказа товар в первую очередь используется для максимально возможного выполнения отложенных поставок (если таковые имеются); остаток заказа (если таковой имеется) добавляется в запасы.

В большинстве систем управления запасами, наряду с прямыми затратами по приобретению товаров, возникают дополнительные затраты — затраты на хранение, а также издержки, связанные с нехваткой товара.

Пусть $I(t)$ — уровень запасов в момент времени t (величина $I(t)$ может быть положительной, отрицательной или равняться нулю); $I^+(t) = \max\{I(t), 0\}$ — количество товара, имеющегося в наличии в системе запасов

на момент времени t , $I^+(t) \geq 0$, а $I^-(t) = \max\{-I(t), 0\}$ — количество товара, поставка которого была отложена на момент времени t ($I^-(t) \geq 0$.)

Предполагается, что затраты h на хранение в месяц составляют 1 д.е. на единицу товара, имеющегося в (положительных) запасах. Затраты на хранение включают арендную плату за склад, страховки, расходы на обслуживание и налоги, а также скрытые издержки, возникающие, если капитал, вложенный в запасы, мог бы инвестироваться куда-нибудь еще. Если $I^+(t)$ представляет количество товара в запасах на момент времени t , то среднее по времени количество товара, находящегося в запасах в течение n месяцев, составляет

$$\bar{I}^+ = \frac{\int_0^n I^+(t) dt}{n}.$$

Тогда средние затраты на хранение в месяц составляют $h\bar{I}^+$ д.е.

Допустим теперь, что издержки π , связанные с отложенными поставками, равны 5 д.е. на единицу товара в отложенной поставке за месяц. Тогда среднее по времени количество товара в отложенных поставках составит

$$\bar{I}^- = \frac{\int_0^n I^-(t) dt}{n}.$$

Средние издержки, образовавшиеся в связи с отложенными поставками, в месяц будут составлять $\pi\bar{I}^-$.

Предположим, что исходный уровень запасов $I(0) = 60$ и у компании нет неприобретенных заказов. Смоделировать работу системы в течение $n = 120$ мес. и воспользоваться показателями средних общих расходов в месяц (которые включают в себя сумму средних затрат на приобретение заказа в месяц, средних затрат на хранение в месяц и средних издержек, связанных с нехваткой товара, в месяц), чтобы сравнить следующие девять стратегий осуществления заказов (s — точка заказа):

s	20	20	20	20	40	40	40	60	60
S	40	60	80	100	60	80	100	80	100