

Лекция 14. Моделирование систем управления запасами. Обширную группу систем, при исследовании которых эффективно компьютерное моделирование, образуют системы хранения запасов.

Большинство задач управления запасами сводится к оптимизации поставок в моделируемую систему. В каком количестве необходимо поставлять продукцию на склад, чтобы минимизировать сумму издержек хранения запаса, издержек, связанных с организацией поставок, и потерь вследствие недостатка продукции на складе.

Систему "Производитель – склад – потребитель" распространим на систему со множеством производителей и потребителей. Причем каждый производитель выпускает только определенный вид продукции, а каждый потребитель может использовать любой набор из имеющихся видов продукции (рисунок 14).

Предполагается, что фирма занимается хранением n различных видов товаров. Спрос z_{ij} на товар i -го вида в t -й день j -м потребителем является случайной величиной с известным распределением. Время выполнения заказа q_i также является величиной с заданным распределением. Фирма использует стратегию случайного совмещения заказов, а именно всякий раз, когда запас некоторого товара достигает критического уровня v^{min}_i , при котором необходимо возобновлять запас, проверяют запасы остальных $n-1$ товаров. Для каждого товара определен предкритический уровень v^{pm}_i , когда уже можно позаботиться о возобновлении запаса товара. Товары, уровни запасов которых ниже предкритических уровней, заказываются вместе с товаром, запас которого достиг критического уровня.

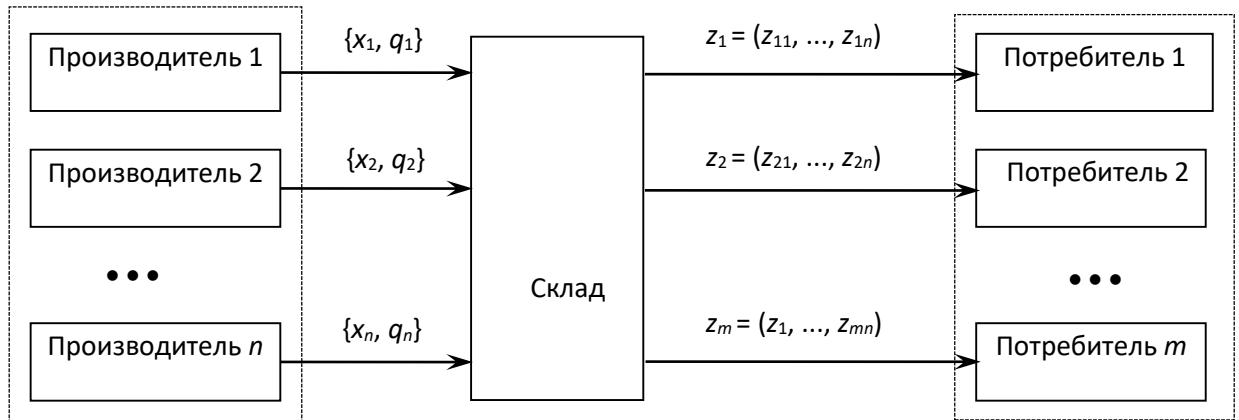


Рисунок 14

Если уровень товара выше предкритического, то ни с технической, ни с экономической точки зрения не возникает необходимости в заказе дополнительного количества данного товара. Предкритические уровни запасов определяют исходя из имеющихся складских помещений.

Ежедневный спрос z_{ij} и время выполнения заказа q_i – случайные величины с известными функциями плотности вероятности $f(z)$ и $g(q)$ соответственно. Ежедневный уровень запасов уменьшается на величину полного спроса z_i на данный товар в этот день. Когда уровень опускается до величины v^{min}_i (или v^{pm}_i), посыпается требование на производство “оптимального” количества продукции x_i . После выполнения заказа полученная продукция добавляется к запасу. Полные затраты функционирования системы управления запасами VP складываются из затрат на организацию поставок VP^n и хранение запаса VP^x , а также из потерь, возникающих в случае отсутствия запасов на складе при ненулевом спросе на них VP^d . Затраты на хранение единицы продукта, организации поставок и удельные потери задаются величинами P^x , P^n и P^d соответственно.

Считается, что параметры P^x , P^n , P^d и функция плотности вероятности спроса $f(z)$ определяются условиями рынка и не могут контролироваться администрацией фирмы.

Функция плотности вероятности $g(q)$ при не слишком продолжительном промежутке планирования определяется технологией.

Руководство фирмы может использовать в качестве управлений три переменные: объем заказов, критический и предкритический уровни запасов.

Цель построения имитационной модели в данном случае – исследовать влияние величины объема заказов каждого вида товаров на полные затраты при фиксированных значениях критических и предкритических уровней запаса.

Таким образом, данная модель описывается следующими параметрами и переменными:

1. Случайные величины:

z_{ij} – спрос j -го потребителя на i -й товар в t -й день;

q_i – время поставки i -го товара.

2. Переменные:

v_i – уровень запаса i -го товара на складе;

VP^n – полные затраты на организацию поставок;

VP^u_i – затраты на организацию поставки i -го товара;

VP^x – полные затраты на хранение запасов;

VP^x_i – затраты на хранение i -го товара;

VP^δ – полные издержки от дефицита продуктов на складе;

VP^δ_i – издержки от дефицита i -го товара;

VP – полные затраты;

t^n_i – день очередной поставки i -го товара;

x_i – объем заказа i -го товара, $i = 1, 2, \dots, n$;

v^{min}_i – критический уровень запаса i -го товара;

v^{pm}_i – предкритический уровень запаса i -го товара;

3. Параметры:

P^n – фиксированные затраты на оформление одного набора заказов;

P^n_i – переменные затраты на заказ i -го товара;

P^x_i – ежедневные затраты на хранение единицы i -го товара;

P^δ_i – ежедневные издержки от дефицита единицы i -го товара;

T – продолжительность моделируемого периода (в днях).

Представим моделирующий алгоритм процесса функционирования данной системы в виде блок-схемы (рисунок 15). После того, как исходные данные введены (блок 1), всем переменным присваиваются их начальные значения (блок 2). Затем моделируется величина спроса на каждый товар от каждого потребителя в первый день моделируемого периода (блоки 3, 4). Если очередной день совпадает с днем поставки продукции на склад (блок 6), то запасы склада увеличиваются (блок 7). В блоках 11-15 подсчитываются объемы спроса в отдельности для каждого вида продукции. Новые значения уровней запасов определяются вычитанием величины ежедневного спроса из имеющихся в этот момент запасов (блок 16). В зависимости от наличия или отсутствия данной продукции на складе в блоках 18 и 20 подсчитываются соответственно потери от дефицита или издержки на их хранение. Далее для всех товаров проверяют, достигнут ли критический уровень запаса (блок 26). Если хотя бы по одному виду товара достигнут критический уровень, уровни запасов всех товаров сравниваются с их предкритическими уровнями (блок 29). В блоке 36 записываются номера товаров, на которые необходимо подать заказ.

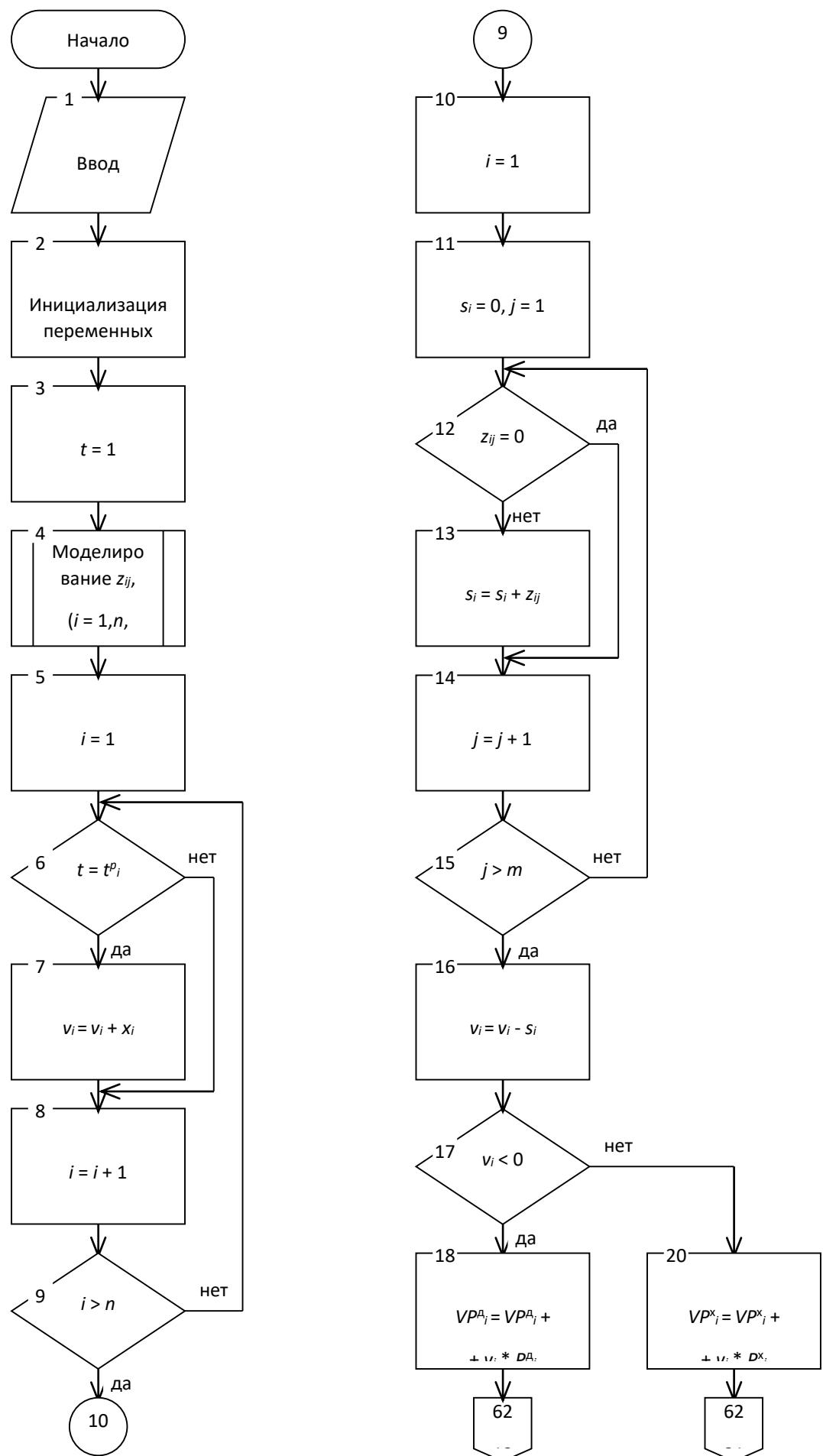


Рисунок 15

В блоках 27 и 31 подсчитываются издержки, связанные с заказом. Дни поставки новой продукции определяются в блоках 35 и 36. Так производится имитация всех последующих

дней в периоде T . Процесс моделирования завершается подсчетом суммарных затрат (блоки 41-46).

Данная модель управления запасами соответствует наиболее часто встречающимся складским объектам в условиях современного рынка. Выбирая различные значения переменных управления и меняя параметры распределений, можно получить информацию о функционировании системы. Цель экспериментов в данном случае – найти уровни переменных x_i , минимизирующие реакцию VP . Для этого можно использовать методы оптимизации.

Программная реализация представленной модели позволила имитировать варианты управления запасами с разными входными данными и моделировать переменные спроса и длительности поставок по наиболее приемлемым и распространенным законам: для переменной спроса – равномерное, нормальное, экспоненциальное, линейное, гамма-распределения; для переменной длительности выполнения поставок – распределение Пуассона, геометрическое и биномиальное распределения. Результатами моделирования выступают количественные данные всех состояний функционирования системы.

Контрольные вопросы:

1. Приведите постановку задачи управления запасами.
2. Приведите имитационную модель управления запасами
3. Приведите схему функционирования системы "Производитель – склад – потребитель".