

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В настоящее время многие российские промышленные предприятия оказались в ситуации, когда в запасах «заморожена» значительная доля капитала, а свободными денежными средствами для бесперебойного обеспечения производства необходимыми комплектующими предприятие не располагает. Данное положение создало проблему, на которую в стабильной экономической ситуации не обращали внимание - неэффективное управление запасами вследствие принятия неправильных управленческих решений. Используемые системы управления запасами, которые были стихийно сформированы в процессе развития и роста компаний, либо получены в наследство от плановой экономики, показали свою несостоятельность[1]. Поэтому разработка и апробация систем управления запасами являются одними из самых актуальных направлений для современной экономической науки.

Традиционно, материальный поток поступающий на предприятие, проходит три стадии: склад - производство - склад готовой продукции. В ходе исследования было выявлено, что часть запасов на машиностроительном предприятии «оседает» в неликвидных запасах. На рис. 1 показан граф системы движения запасов. Система может находиться в состоянии 2 (его вероятность обозначена R_2 и заранее неизвестна, как и вероятности остальных событий). Запас перешел в производство – состояние 3, из производства поступила готовая продукция – состояние 4, образование неликвида – состояние 1. Возможные переходы между этими состояниями показаны стрелками и связаны с процессами закупки ТМЦ и производства готовой продукции. Плотность потоков этих событий показана буквами около соответствующих стрелок.

Однако проведенный анализ деятельности машиностроительных предприятий ООО «НАМС», ОАО «МК КРАНЭКС», ОАО «Автокран» показал, что на практике переход запаса из одного состояния в другое возможен по следующей схеме (рис. 2).

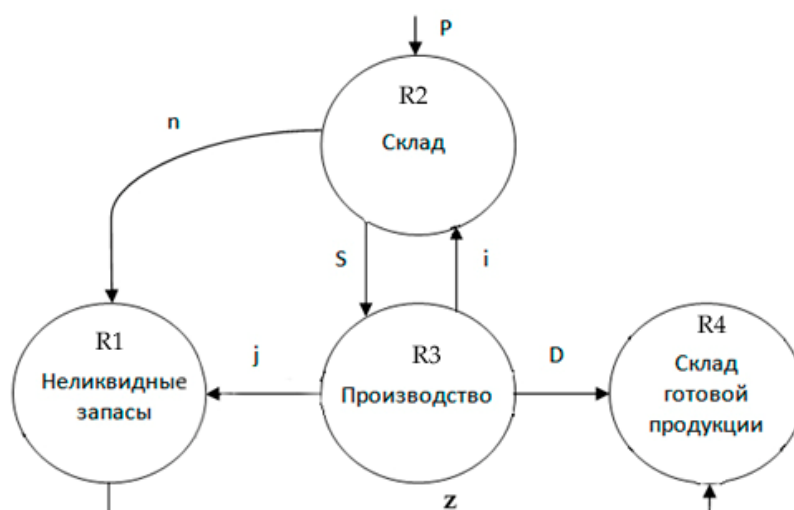


Рисунок 1. Схема движения запасов на предприятии

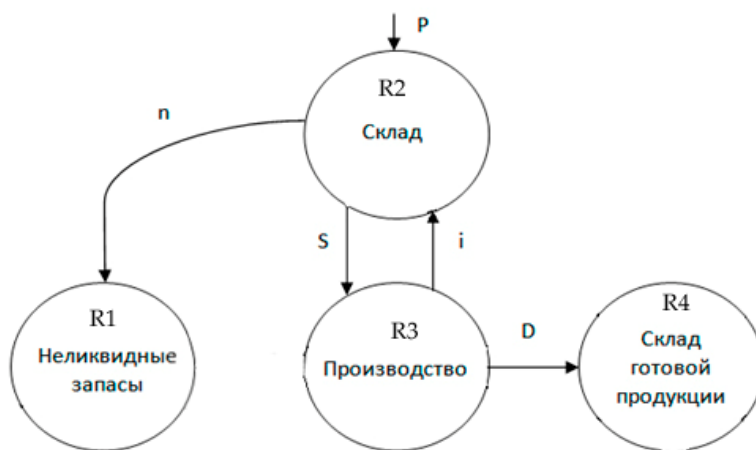


Рисунок 2. Схема движения запасов на машиностроительном предприятии

Вероятность нахождения неликвидных запасов в производстве очень мала, т.к. при отпуске комплектующих изделий в производство или при попадании комплектующих на склад они проходят проверку качества. «Пролеживание» запаса на стадии производства невозможно, так как из практики работы машиностроительных предприятий неиспользованный объем комплектующих возвращается на склад (поток i).

Представим рассмотренный выше процесс движения запаса на предприятии в виде ячеечной модели (рис.3).

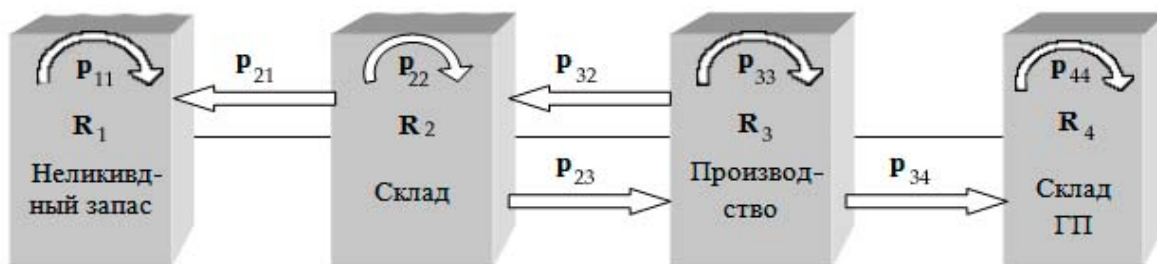


Рисунок 3. Ячеечная модель движения запасов на машиностроительном предприятии

где, $P_{11}, P_{22}, P_{33}, P_{44}$ - вероятность запаса остаться в текущем состоянии;

P_{23}, P_{34} - вероятность перехода запаса из текущего состояния на шаг вперед;

P_{32}, P_{21} – вероятность перехода запаса из текущего состояния на шаг назад.

Размер запаса на i -ом шаге эксперимента описывается математической моделью, которая имеет следующий вид:

$$S^{i+1} = S^i \cdot P, \quad (1)$$

где, S^{i+1} - вектор состояния системы на $i+1$ шаге;

S^i - вектор текущего состояния системы на i -ом шаге расчета, который на 0-ом шаге имеет вид:

$$S^0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Данный вектор описывает начальное состояние системы, когда вся заказанная партия поступает на склад (состояние R_2).

P – матрица переходных вероятностей, которая имеет следующий вид:

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{21} & 0 & 0 \\ 0 & P_{22} & P_{23} & 0 \\ 0 & P_{32} & P_{33} & 0 \\ 0 & 0 & P_{34} & P_{44} \end{pmatrix} \quad (3)$$

В ходе проведенных исследований была проведена параметрическая идентификация матрицы переходных вероятностей P :

Вероятность P_{11} будет равна 1, т.к. неликвидный запас в рамках данной модели может только накапливаться. Будем считать, что неликвидный запас возникает в связи с изменением производственной программы, и излишне созданный запас не может использоваться в производстве.

Вероятность перехода запаса из склада в производство (P_{23}) и из производства в сбыт готовой продукции (P_{34}) в рамках рассматриваемой модели принимаются равными, т.к. объем закупаемых запасов диктуется исходя из объема прогнозируемого спроса.

Вероятность возникновения неликвидных или пролеживающих запасов (P_{21}) для анализируемого предприятия равна 5,71%. Данное значение получено в ходе расчетов размера неликвидного запаса. Расчет осуществлялся с помощью алгоритма совершенствования анализа и классификации материальных запасов на промышленном предприятии [2].

Соответственно вероятность запаса остаться на складе (P_{22}) будет рассчитываться как разность между P_{23} и P_{21} .

Вероятность P_{32} рассчитывается как среднееквадратическое отклонение плана от факта, т.к. при расхождении закупочной политики и реально спроса, возникает излишний запас. Для анализируемого предприятия ОАО «Автокран» среднееквадратическое отклонение планируемого объема сбыта с фактическим составляет 23,6 %.

Вероятность P_{33} будет рассчитываться как разность P_{34} и P_{32} .

Ячеечная модель будет устойчива при соблюдении следующего правила: сумма в каждом столбце матрицы переходных вероятностей должна равняться 1.

Таким образом, матрица переходных вероятностей для одноканальной модели движения запасов сырья на предприятии примет вид:

$$P = \begin{pmatrix} 1 & d1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - d - d1 & d2 & 0 \\ 0 & d & 1 - d - d2 & 0 \\ 0 & 0 & d & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

В ходе проведенного численного эксперимента были выявлены предельные вероятности перехода системы из одного состояния в другое. Предельная вероятность перехода из состояния R2 в R3 равняется 0,764 (d). Предельная вероятность перехода из R2 в R1 принимает значение 0,571 (d1), а предельная вероятность перехода из R3 в R2 равняется 0,236.

В качестве программно-аналитического обеспечения расчета показателей процесса движения запаса в системе был использован программный продукт MathLab.

Рассмотрим простейший вариант распределения запаса по состояниям при различной интенсивности (вероятности) перехода P_{23} и P_{34} (рис.4).

За расчетный период может быть принят любой отрезок времени (месяц, квартал, полугодие, год). Выбор определяется закупочной политикой предприятия, а также статистической выборкой данных для возможности прогнозирования спроса на готовую продукцию. Номера ячеек обозначают: 1- неликвидный запас, 2 – склад, 3 – производство, 4 – склад готовой продукции.

На рис. 4 изображена ситуация, когда пополнение запасов происходит один раз в начале года. Из примера видно, что при вероятности перехода запаса $P=0.764$ (рис. 4г) происходит полное использование закупленной партии и размер неликвидного запаса не превышает заданного значения 5,71%. Во всех остальных случаях(4а, б, в), закупленный запас не успевает полностью перейти в 4 состояние и распределяется в системе не равномерно, тем самым создавая неликвидный запас.

В рассматриваемой модели состояния 1 и 4 представляют собой стоки запасов. В 1-ом состоянии сток «неликвидных» запасов, а в 4-м состоянии сток полностью использованных в производстве запасов исходя из спроса на готовую продукцию.

Однако промышленное предприятие не может функционировать без пополнения запасов сырья и комплектующих.

Размер запаса на i -ом шаге эксперимента с учетом пополнения запаса описывается математической моделью, которая имеет следующий вид:

$$S^{i+1} = S^i * P + S_d, \quad (5)$$

где, S_d - вектор пополнения уровня запаса ТМЦ;

Проведенный план-факт анализа спроса на готовую продукцию ОАО «Автокран» за 2004-2011 годы показал, что при существующей системе планирования объемов производства среднееквадратическое отклонение факт от плана составляет 60 шт. в квартал. Анализ проводился в части превышения фактических значений над плановыми. Поэтому для данного предприятия целесообразно создать страховой запас комплектующих для производства 60 единиц, что составляет 6,6% от объема комплектующих, необходимых для производства готовой продукции в квартал.

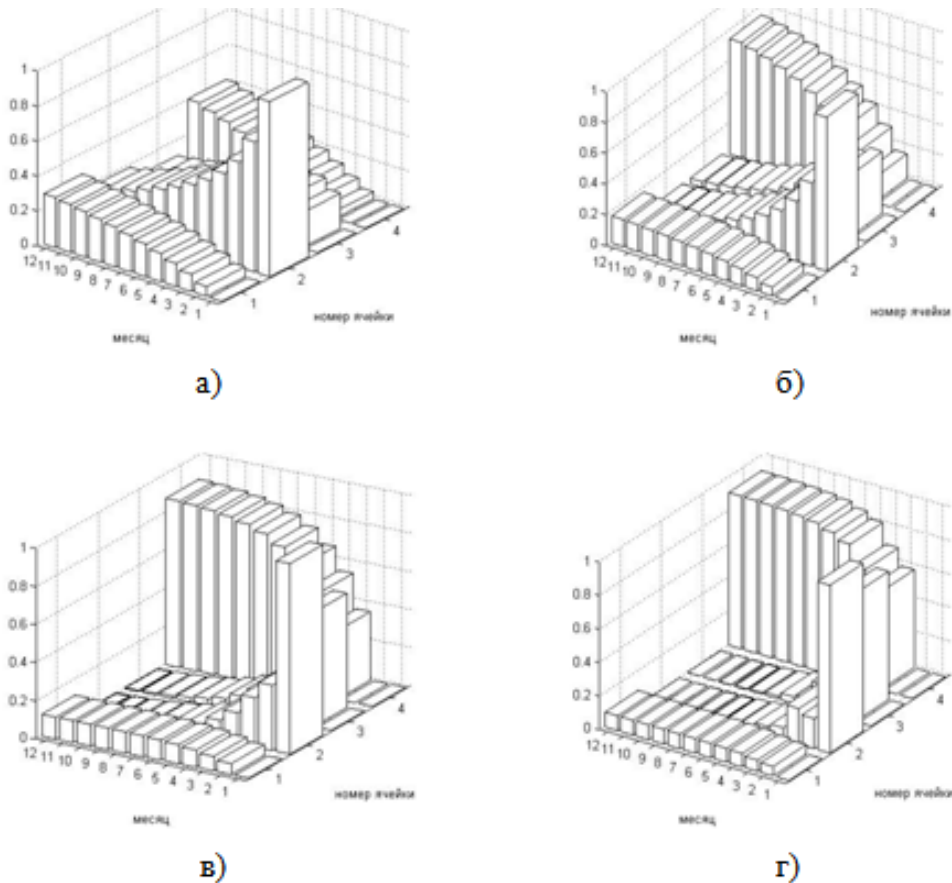


Рисунок 4. Динамика распределения запасов по звеньям логистической цепи при различной интенсивности потребления производством (а – $P=0.2$, б – $P=0.4$, в – $P=0.6$, г – $P=0.764$)

Рассмотрим варианты системы управления запасами для машиностроительного предприятия с разными периодами пополнения запасов

1) Непрерывное пополнение запасов материалов и комплектующих.

При данном варианте системы управления запасами происходит ежемесячная закупка материалов комплектующих, что приводит, к образованию неликвидных запасов, а также излишнего количества запаса на складе и в производстве (рис 5). На рис. 5 показано распределение запаса по звеньям цепи на последнем шаге расчета. Численный эксперимент проводился для 12 месяцев.

2) Следующим вариантом проведения закупочной политики является периодичная подача запасов комплектующих с учетом остатка на складе.

Рассмотрим вариант с таким же графиком закупки, как и в системе без учета остатка запаса на складе (рис. 7).

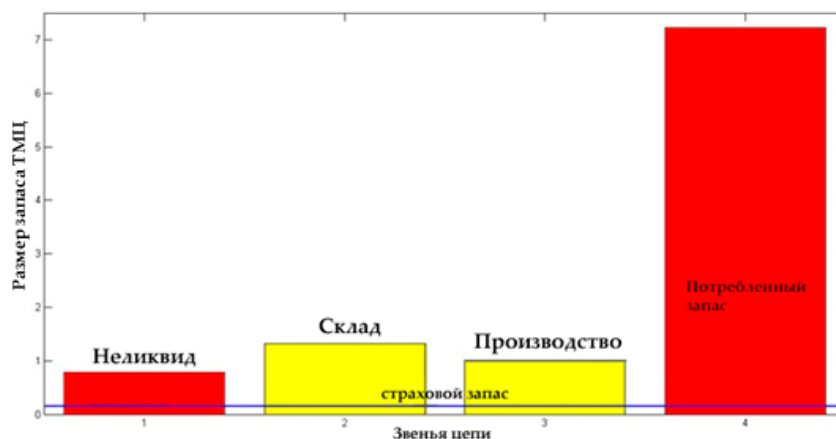


Рисунок 5. Распределение запасов по звеньям цепи в последнем периоде (с непрерывным пополнением)

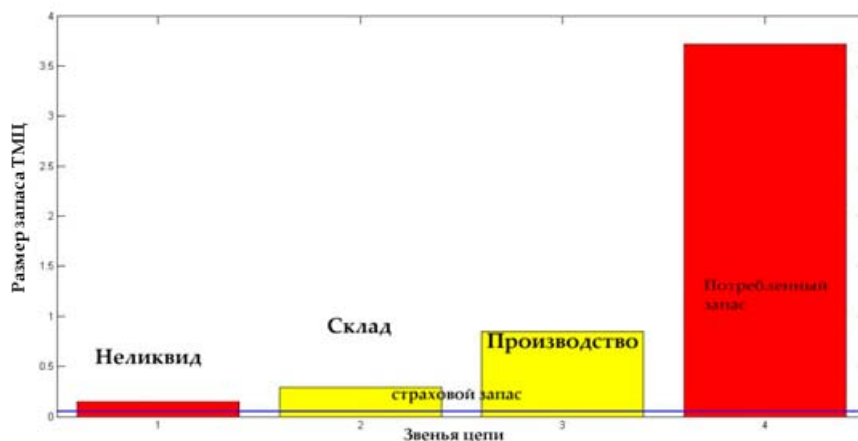


Рисунок 6. Распределение запасов по звеньям цепи в последнем периоде (без учета остатка на складе)

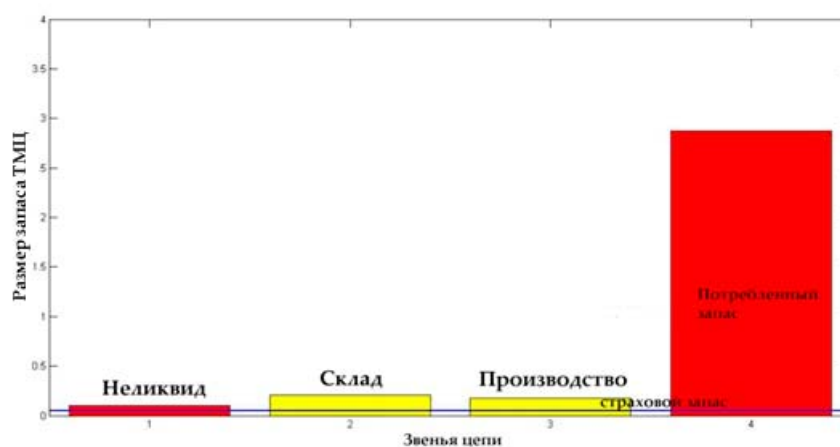


Рисунок 7. Распределение запасов по звеньям цепи в последнем периоде (с учетом остатка на складе)

Из рисунка 7 видно, что объем закупаемых ТМЦ практически в 2 раза ниже по сравнению с системой с непрерывной подачей запасов, а также объем неликвидных запасов значительно снизился.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что даже при установлении постоянной доли образования неликвидных запасов, объем неликвидных запасов можно снизить за счет грамотно выбранной закупочной политики.

3) Ранее мы рассматривали системы управления запасами, где параметры (период пополнения запаса) устанавливаются специалистом предприятия. Однако разработанное программно – алгоритмическое обеспечение модели позволяет задать алгоритм закупки, установив пороговое значение для уровня запасов.

В ходе расчетов было установлено, что для анализируемого предприятия оптимальной точкой заказа будет уровень запаса, рассчитанный как 145% от уровня страхового запаса.

Поправочный коэффициент страхового запаса, для анализируемого предприятия ОАО «Автокран» должен составлять 1,45 для недопущения снижения запаса ниже страхового уровня на складе. С помощью перебора значений данного коэффициента, менеджеры закупочного отдела могут устанавливать поправочный страховой коэффициент на минимально возможном уровне. Это позволит любому предприятию получить эффект от экономии затрат на создание излишнего страхового запаса.

Проведем анализ текущей системы (рис.8) по сравнению с предыдущей системой (рис. 7). Объем неликвидного запаса при данной системе в относительных единицах составил 0,0451 относительных единицах от максимально желательного запаса, при размере страхового запаса 0,066. В предыдущем варианте модели объем неликвидного запаса в относительных единицах составил 0,1031.

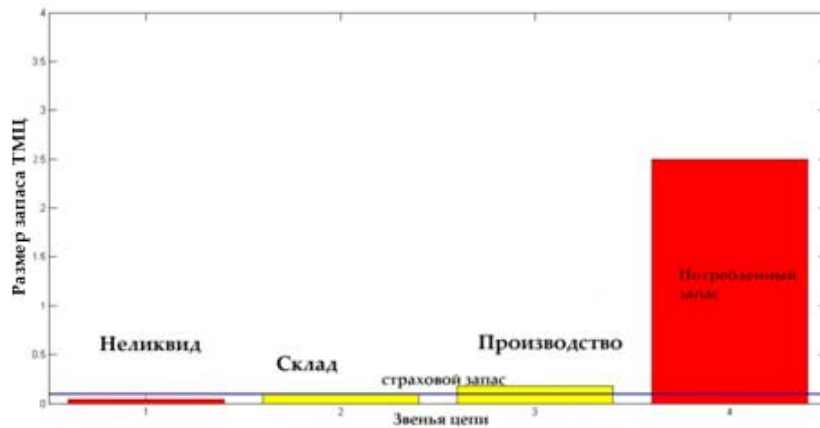


Рисунок 8. Распределение запасов по звеньям цепи в последнем периоде при расчете процесса закупки программным алгоритмом

Принятие управленческого решения, с использованием разработанной ячеечной модели движения запасов ТМЦ при заданных ограничениях входных параметров и страхового запаса на складе позволяет находить рациональную частоту пополнения уровня запаса.

Таким образом, мы рассмотрели 4 варианта проведения закупочной политики предприятия. С точки зрения минимизации затрат на создание запасов и объема неликвидных запасов оптимальными являются 3 и 4 варианты. Для анализируемого предприятия ОАО «Автокран» снижение неликвидного запаса на 1% приводит к высвобождению оборотных средств, вовлеченных в создание запасов ТМЦ, в размере 3,5 млн. руб. в месяц. Если принять во внимание, что на предприятии используется 3-я модель управления запасами, то экономический эффект от внедрения 4-го варианта может составить 20,3 млн. руб. в месяц.