

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А. В. Загудайло, Т. А. Бородич

В статье рассмотрены особенности применения экономико-математических методов в процессе управления запасами производственного предприятия. Особое внимание уделяется рассмотрению методов классификации номенклатуры сырья и продукции, определения оптимального размера страхового запаса, управления буфером запаса и запасами сырья.

Ключевые слова: запасы, управление запасами, экономико-математические методы, оптимизация, теория игр, теория ограничений

Управление запасами – важная часть общей политики управления оборотными средствами предприятия, основная цель которой - обеспечение бесперебойного процесса производства и реализации продукции при минимизации совокупных затрат по обслуживанию запасов. Именно в оптимизации управления запасами лежат огромные возможности для повышения эффективности работы предприятия. Рассогласованность процессов производства и сбыта, дискретность процесса поставок, возможность случайных колебаний в интенсивности сбыта вынуждают внедрять современные концепции в процесс управления запасами предприятия.

Таким образом, основная проблема управления запасами заключается в установлении оптимального соотношения между затратами на запасы и уровнем удовлетворения потребности в них. Для решения этой задачи была разработана совокупность экономико-математических методов (ЭММ), которые рекомендуется использовать при принятии управленческих решений, направленных на обеспечение эффективного управления запасами предприятия. Необходимость использования ЭММ в процессе управления запасами производственного предприятия обусловлено сложностью функционирования системы управления запасами. В результате использования ЭММ достигается более полное изучение влияния отдельных факторов на состояние запасов готовой продукции и обобщающие экономические показатели деятельности предприятия, уменьшаются сроки осуществления анализа, повышается точность осуществления экономических расчетов, решаются многомерные аналитические задачи, которые не могут быть выполнены традиционными методами. В процессе использования экономико-математических методов в экономическом анализе осуществляется построение и изучение экономико-математических моделей, описывающих влияние отдельных факторов на обобщающие экономические показатели деятельности организаций.

В управлении запасами предприятия используются различные экономико-математические методы: матричный метод; экстраполяционный анализ; корреляционно-регрессионный анализ; метод главных компонент; факторный анализ; метод теории игр; ABC-XYZ-анализ и др. [1, 2]

Рассмотрим особенности их применения на примере управления запасами ООО «Крок-Пласт», занимающегося производством пластмассовых изделий.

В процессе управления запасами большую роль играет классификация запасов с точки зрения ценности или веса запаса в общем объеме. Основным инструментом для

классификации запасов по данным критериям являются методы ABC и XYZ анализа (классификаций), рассматриваемые как отечественными, так и зарубежными учеными. Проведём ABC – анализ продукции, производимой ООО «Крок-Пласт». Первый шаг: определим объект анализа – наименование продукции. Второй шаг: определим параметр, по которому будет проводиться анализ объекта – оборачиваемость, количество оборотов. Третий шаг: отсортируем объекты анализа в порядке убывания значения параметра. Четвертый шаг: определяем группы А, В и С.

Провести классификацию продукции в соответствии с характером спроса и точностью прогнозирования изменений в ее потребности можно с помощью XYZ-анализа. Для анализа используется коэффициент вариации, который показывает, какую долю среднего значения этой величины составляет ее средний разброс. Чем меньше величина коэффициента вариации, тем точнее степень достоверности прогноза.

При комплексном анализе состояния системы управления запасами наиболее продуктивно совмещение ABC- и XYZ-анализов.

Итогом совместного проведения анализов ABC и XYZ является матрица, которая состоит из девяти различных классов (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты ABC-XYZ-анализа

Наименование	ABC-группа	XYZ-группа	Совмещение
Основ. и крышка ППКИ	A	X	AX
Подрозетник	A	Z	AZ
Корпус	A	X	AX
Шайба пл. 7	A	X	AZ
Патрон конусный	A	Z	AZ
Конус	A	Z	AZ
Втулка	B	Y	BY
Гайка пл.	B	Y	BY
Крышка	B	Z	BZ
Шпилька пл. 1	C	Y	CY
Коробка эл. монтажная	C	Z	CZ
Вешалка	C	Z	CZ
Заглушка	C	Z	CZ

По итогам совмещенного анализа разрабатываются стратегии управления запасами по каждой группе продукции.

Использование ABC-XYZ анализа позволяет проанализировать состав запасов готовой предприятия в зависимости от их оборачиваемости, характера и степени прогнозируемости спроса, а также обозначить стратегии управления по каждой группе запасов.

После того, как состав запасов проанализирован, можно приступить к установлению оптимальных размеров запаса по каждой из групп продукции. Оптимальный запас – это баланс между денежными средствами, замороженными в виде товара и скоростью выполнения заказа. Чтобы рассчитать оптимальный размер запаса можно воспользоваться методами теории игр и статистических решений. Для этого введем понятия участвующих сторон и вариантов стратегий. Под одной из сторон понимается работник предприятия (его стратегия – различные варианты прогноза потребности в запасах $Q_1, Q_2 \dots Q_i \dots Q_n$); вторая сторона – «природа» – совокупность

условий, в которых должно осуществляться решение о величине потребности в запасах готовой продукции (Π_j , $j = 1, n$). Наша задача - выбор наилучшей стратегии для предприятия, т.е. наиболее выгодного прогноза потребности в запасах.

Затраты на запасы a_{ij} при каждой паре стратегий Q_i, Π_j задаются матрицей затрат A . Элементы матрицы A рассчитываются следующим образом:

- если при принятии стратегии Q_i фактическая реализация соответствует j -му варианту прогноза Π_j , то затраты на запасы определяются то затраты на запасы складываются из затрат на приобретение и хранение сырья (готовой продукции);

- если фактический расход больше прогнозного, то необходимо учесть стоимость излишков продукции и затраты на ее хранение;

- если фактический расход меньше прогнозного, то затраты на запасы будут включать стоимость продукции и издержки, вызванные отсутствием необходимой продукции на складе.

В соответствии с данными моделями рассчитываются размеры запаса готовой продукции в натуральном выражении.

Для выбора наилучшей стратегии в условиях неопределенности применяются критерии оптимальности Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Гурвица [2]. Эти критерии позволяют последовательным численным анализом ситуации с разных точек зрения оценить принимаемое решение и высказать рекомендации по тому или иному образу действий. Если рекомендации, вытекающие из различных критериев, совпадают, принимается предложенное решение. Если же они противоречат друг другу, то необходимо привлечь дополнительную информацию и сделать окончательный выбор. В качестве такой информации можно использовать рекомендации, полученные в результате проведения ABC-XYZ анализа.

В соответствии с критерием Лапласа используется оптимистическое предположение, что вероятности всех состояний природы равны между собой. В соответствии с этим критерием рекомендуется формировать запас для продукции групп AX и BX.

Критерий Вальда основывается на принципе максимального пессимизма. Лицу, принимающему решение, рекомендуется ориентироваться на критерий Вальда при формировании запаса продукции группы CZ.

Критерий Сэвиджа рекомендует избегать риска, которое лицо, принимающее решение, может получить в самой неблагоприятной ситуации. Данным критерием стоит руководствоваться при установлении запаса продукции групп AZ, BZ, CX.

Самым универсальным считается критерий Гурвица, который позволяет управлять степенью «оптимизма - пессимизма». Показатель оптимизма выбирается из субъективных соображений. В соответствии с классификацией товаров предлагается устанавливать следующие значения коэффициента: AX $\gamma = 1$; BX = 0,7; AY, BY = 0,5; AZ, BZ = 0,4; CX = 0,3; CZ = 0.

В соответствии с предложенным методом рассчитаем размер запаса в натуральном выражении для продукции вида «патрон конусный», производимой ООО «Крок-Пласт». Различные варианты прогноза величины запаса (стратегии лица, принимающего решение) найдем с помощью корреляционно-регрессионного анализа [2]. Для планирования уровня результативного показателя необходимо в полученное уравнение связи подставить прогнозный уровень факторного показателя. Для нахождения прогнозного значения можно воспользоваться методом экстраполяции [2].

В соответствии с этим методом прогнозная величина запаса продукции патрон конусный составит 64 875 шт. Следовательно, прогнозная величина запаса составит 121 411 шт. ($128\,561 + 0,11 \cdot 64\,875$). Такой прогноз является точечным, так как на графике его можно изобразить в виде точки. В соответствии с тем, что точное совпадение фактических данных в будущем и прогностических оценок маловероятно, необходимо рассчитать среднюю ошибку прогноза для исследуемого показателя. В результате расчетов средняя ошибка прогноза составила 18 995 шт. Тогда, для 95% доверительного интервала прогнозная величина запаса продукции «патрон конусный» будет находиться в пределах от 102 415 шт. до 140 406 шт.

Для дальнейшего анализа выбираются следующие варианты прогноза: минимальное значение запаса – 102 415 шт.; среднее – 121 411 шт.; максимальное – 140 406 шт. Формируются три варианта прогноза запаса продукции, соответствующие трем стратегиям природы. В соответствии с указанными выше критериями определяем стратегию поведения по формированию запаса продукции «патрон конусный». Данный товар относится к категории АХ, поэтому при выборе оптимальной стратегии следует ориентироваться на критерии Лапласа и Гурвица (при $\gamma = 1$). В результате проведения расчетов, рекомендации критериев Лапласа, Гурвица и Сэвиджа совпали - наилучшей признается первая стратегия. Таким образом, лицу, принимающему решение о величине запаса, рекомендуется сформировать запас продукции «патрон конусный» в количестве 102 415 шт.

Оценить оптимальность полученного значения можно по изменению оборачиваемости продукции «патрон конусный». Ускорение оборачиваемости товара «патрон конусный» составила 85%, что высвободило из оборота средства в размере 54 927 050 р. Это свидетельствует о том, что рассчитанное значение запаса товара «патрон конусный» является эффективным. Аналогичным образом рассчитываются оптимальные размеры запаса для остальных видов продукции, производимой ООО «Крок-Пласт».

Рассчитанная выше величина запаса – это физическое количество товара, хранящегося на складе, необходимое для покрытия непредвиденных рисков. Данный запас не должен быть «неприкасаемым», наоборот он должен каждый раз обновляться, а его значение должно учитываться и пересчитываться после каждого заказа.

Физическое количество запасов, хранящихся в системе в соответствии с теорией ограничений, называется буфером запаса [3]. Главная задача — сделать так, чтобы буфер запаса был как можно ниже. Рассмотрим процесс принятия решений по управлению запасами на основе теории ограничений.

Принятие решений осуществляется по принятым заказам (шаг 1). На втором шаге определяются соотношения между заказанным количеством товара (N) и фактическим запасом (ФЗП). Если данные показатели равны (или $N < \text{ФЗП}$), то принятый заказ выполняется за счет текущего запаса. Если же заказанное количество превышает текущий запас, то рассчитывается необходимое количества товара к производству (шаг 3). Оно определяется как разность между заказанным количеством товара и фактическим остатком товара на складе. На четвертом шаге производится расчет даты начала выполнения заказа. Определяется время, необходимое на выполнение заказа – сумма времени на оформление заказа, его производство и транспортировку. Сроки, в которые предприятие приступит к производству товара, будут зависеть от загрузки производственных мощностей и количества рабочих дней в периоде. На пятом шаге производится определение фактического состояния заказа. Заказ в любой момент времени может иметь следующие состояния: принят, оформляется, производится,

отгружается, в пути, выполнен. Данные значения присваиваются заказу в соответствии с датами, рассчитанными на втором и третьем этапе. На шестом шаге определяется состояние заказа. Принятый заказ может находиться в двух состояниях, в зависимости от фактора спроса. Так, если товар, по которому принят заказ, относится к группе АХ, то за 4 дня до даты оформления индикатор состояния заказа станет зеленым, а за 2 дня – красным. Зеленый цвет индикатора будет обозначать, что предприятие при наличии производственных мощностей, может приступать к выполнению заказа. Если предприятие не приступает к выполнению заказа, то за 2 дня индикатор становится красным. Красный цвет свидетельствует о высоком приоритете заказа и приближении сроков его выполнения.

Ограничения устанавливаются в соответствии с рекомендациями, предложенными в результате проведения ABC-XYZ анализа. Расстановка приоритетов по принятому заказу позволит минимизировать влияние фактора спроса на время выполнения заказа.

После того, как заказ выполнен (шаг 7), начинается работа по пополнению буфера запаса (шаг 8). Необходимо пересчитать величину буфера запаса, учитывая данные по выполненному заказу. Сроки пополнения буфера запаса устанавливаются в соответствии с календарем загрузки производственных мощностей.

Применение теории ограничений в управлении запасами производственного предприятия позволяет:

- расставить приоритеты по выполнению заказов;
- установить оптимальную дату начала выполнения заказа в зависимости от факторов спроса и предложения;
- минимизировать ущерб в случае отзыва заказа;
- проводить мониторинг фактического состояния заказа и буфера запаса;
- существенно снизить уровень буфера запаса;
- гораздо быстрее реагировать на фактический спрос;
- оценить надежность каналов поставщиков и потребителей.

Используя приведенную систему экономико-математических методов при управлении запасами, менеджмент предприятия сможет выстроить необходимую для производства модель управления запасами в зависимости от специфики деятельности. Результатом проведенной оптимизации будет высвобождение оборотных средств, «замороженных» ранее в сверхнормативных запасах.

Литература

- 1.Серая, О.В. Выбор критерия оптимизации в задаче управления многономенклатурными запасами / О.В. Серая, Т.А. Клименко, В.Б. Самородов // Вестник ХНАДУ, 2009. - № 45.
2. Бродецкий Г.Л. Системный анализ в логистике. Выбор в условиях неопределенности /Г.Л. Бродецкий. – М.: Academia, 2010. – 336 с.
- 3.Майзлиш, А.В. Экономико-математические модели определения запаса материальных ресурсов на машиностроительных предприятиях: дис. на соискание ученой степени канд. эк. Наук:08.00.13 /А.В. Майзлиш; Ивановский государственный химико-технологический университет. – Иваново. 2013. – 143 с.

Загудайло Анна Владимировна

Студентка инженерно-экономического факультета
Белорусско-Российский университет, г. Могилёв
Тел.: +375(29) 544-73-87
E-mail: annetflower@gmail.com

А.В. Загудайло, Т.А. Бородич

Бородич Татьяна Анатольевна

Старший преподаватель кафедры «Логистика и организация производства»

Белорусско-Российский университет, г. Могилёв

Тел.: +375(44) 738-45-10

E-mail: tanjabor11@gmail.com