(cc) BY

Козырева Екатерина Сергеевна
магистрант
Научный руководитель
Саввина Екатерина Андреевна
канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
университет инженерных технологий»
г. Воронеж, Воронежская область

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СБЫТА ПРОДУКЦИИ

Аннотация*: в статье рассмотрены проблемы прогнозирования сбыта продукции. Составление качественного прогноза имеет большое значение для деятельности предприятия, ведь он определяет направление производства. В связи с этим были исследованы существующие методы и модели прогнозирования. В зависимости от имеющихся данных, длительности сроков прогноза и других факторов предложены методы и модели, с помощью которых можно составить наиболее точный прогноз.*

Ключевые слова*: прогнозирование, спрос, производство на склад, метод прогнозирования, модель прогнозирования.*

В настоящее время для обеспечения эффективного существования предприятия на рынке в условиях жесткой конкуренции требуется структурировать основные сферы его деятельности и сферы сбыта продукции. Необходимо уметь выявлять возможные альтернативы его будущего развития и достигнуть это можно с помощью прогнозирования. Прогнозирование сбыта является важным показателем компании, так как на его основе определяется дальнейшее развитие производства и будущая прибыль.

Производство на склад (Manufacture-To-Stock) – это стратегия производства продукции на предприятии, которая подразумевает формирование определенного запаса товаров на складе в соответствии с ожидаемым спросом потре-

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

бителей. Заказчик ожидает, что товар либо уже готов и находится на складе, либо изготовление практически завершено и находится на финальной стадии, что дает возможность получить его быстрее, чем при использовании стратегии «производства на заказ», когда производитель принимает решение производить товар только после возникновения определенного спроса на него.

Данная стратегия требует точного прогноза будущего спроса, на основе которого руководитель и принимает решение, сколько запасов производить. Для его составления применяются такие статистические методы, как прогнозирование тенденций и регрессионный анализ. Прогнозирование тенденций предполагает использование информации о прошлых продажах и предпочтениях покупателей, на основе которой и составляется будущий прогноз. Метод регрессионного анализа для предсказания спроса определяет влияние на него таких факторов как цена и доход потребителей.

Важно, чтобы прогноз был точным, ведь даже малейшее его отклонение может привести к негативным последствиям для предприятия. Если запасов окажется на складе слишком много, продать такой товар будет сложно, особенно в таких секторах как электроника и компьютерные технологии, ведь избыточная продукция может быстро устареть. Дефицит товаров приводит к неудовлетворенному потенциалу прибыли. В обоих случаях происходит потеря прибыли. Именно возможность появления этой ошибки является основным недостатком производства на склад.

Еще одна важная особенность данного метода заключается в способности предприятия корректировать производство в соответствии с потребностью в продукте. Спрос не может быть все время одинаковым и на его уменьшение или увеличение руководство должно принимать соответствующие решения и перестраивать операции. Такие регулярные внесения изменений обходятся дорого, возникшие расходы должны либо переложить на покупателей, либо покрыться компанией.

Подробно изучив данную стратегию производства, были выявлены определенные проблемы, которые возникают при прогнозировании. Например, мно-

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

гие модели основаны на информации из прошлого, однако, будущее и прошлое зачастую различны. Из этого следует, что прогноз не может быть абсолютно точным, он может быть лишь более или менее вероятным. Своевременное обеспечение информацией, ее доступность так же являются проблемой. Самих методов обработки информации большое количество и сравнивать по – разному обработанные данные практически невозможно. Нельзя исключать и человеческий фактор. Эксперт, который составляет прогноз, может его ухудшить, причем сделать это неосознанно, так как мозг не может обрабатывать большое количество информации за короткий промежуток времени, или же наоборот специально, руководствуясь собственными мотивами.

Формирование прогноза сбыта.

Процесс прогнозирования состоит из нескольких этапов. На первом этапе происходит исследование прошлого периода и тенденций развития объекта, после чего происходит выбор методов и моделей прогнозирования. На основе имеющихся данных и учитывая такие факторы, как развитие внешней среды, тенденции и поставленные задачи, эксперт составляет прогноз, который является базой для дальнейшей разработки маркетинговых планов и решений. Заключительный этап заключается в оценке возможных последствий, которые могут возникнуть при принятии производственных решений.

Существует два подхода, которые используются для прогнозирования сбыта на рынке определенной продукции, поисковый и нормативный.

Поисковый прогноз позволяет оценить, как в будущем могут повести себя такие характеристики рынка, которые непосредственно влияют на его развитие, например спрос, предложение или уровень цен. Он позволяет спрогнозировать, как принятие определенных решений может повлиять на развитие указанных факторов.

При нормативном подходе задаются общие цели, на основании которых предприятие определяет направление стратегических действий для будущего периода и оценивает динамику его развития. Исходными данными в данном случае будут являться конечные состояния процесса, а решением задачи прогнозирования условия, с помощью которых заданные цели будут достигнуты.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Осуществление прогноза развития рынка, который является платформой для реализации продукции, замещается разграничением рынка на сегменты (учитываются географические особенности, выбор определенных марок товаров, социальный статус покупателей), которые планируются для осуществления сбыта продукции, после чего выбирается один или несколько сегментов для реализации на нем определенной продукции. Так же необходимо учитывать способность выбранной продукции превзойти конкурентов в условиях рынка.

Модели и методы прогнозирования.

Основными методами и моделями прогнозирования являются статистические (трендовые, регрессионные и экономические модели, метод гармоник Фурье), экспертные (метод Дельфи, сценарии, аналогии и др.), экономико – математические (матричные, оптимизационные, динамические модели).

Статистическое прогнозирование имеет две основных модели – аддитивную и мультипликативную. Данные модели строятся по данным, которые характеризуют объект за несколько определенных последовательных промежутков времени. Набор такой информации называется временным рядом и показывает эволюцию явления во времени. Временной ряд характеризуется тремя компонентами: трендовой, сезонной (циклической) и случайной.

Аддитивная модель представляет собой сумму компонентов и имеет вид:

$$Y = T + S + E, \tag{1}$$

где Y – прогнозируемое значение; T – трендовая компонента; S – сезонная компонента; E – случайная компонента.

В мультипликативной модели временной ряд представлен в виде произведения компонентов:

$$Y = T \times S \times E. \tag{2}$$

Для того чтобы выбрать подходящую модель необходимо провести анализ сезонных колебаний. Если колебания имеют постоянную амплитуду и значения сезонных колебаний имеют постоянное значение для различных циклов, строится аддитивная модель, в обратном случае, когда амплитуда сезонных колебаний увеличивается или уменьшается, используется мультипликативная модель.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Проводя анализ имеющихся данных, может возникнуть ситуация, когда установить тенденцию развития спроса невозможно и в таких случаях эффективно будет использовать метод скользящей средней. Суть данного метода состоит в замене фактических уровней временного ряда на расчетные значения, которые относятся к середине выбранного периода времени, после чего происходит сдвиг на один период и расчет повторяется. Расчетное значение является средней величиной внутри интервала и с его помощью случайные отклонения сглаживаются. Как правило, экстраполяция по скользящей средней применяется для краткосрочного прогнозирования (от 1 месяца до года). Формула:

$$y_{t+1} = m_{t-1} + \frac{1}{n} * (y_t - y_{t-1}), \text{если } n = 3, \quad (3)$$

где t+1 – прогнозный период; t – период, предшествующий прогнозному периоду; y_{t+1} – прогнозируемый показатель; m_{t-1} – скользящая средняя за два периода прогнозного; n – число уровней, входящих в интервал сглаживания; y_t – фактическое значение исследуемого явления за прошедший период; y_{t-1} – фактическое значение исследуемого явления за два периода, предшествующих прогнозному.

Для среднесрочных прогнозов используется экспоненциальная средняя. С помощью данного метода можно получить прогноз только на один период вперед и в том случае, если изменение данных незначительно. Для его составления применяется линейная комбинация прошлых и текущих периодов при этом влияние на прошлые данные должно уменьшаться по мере удаление от временного периода, на который и составлялся прогноз. Формула расчета экспоненциальной средней имеет вид:

$$Q_{t+1} = a * y_t + (1 - a) * Q_t, \quad (4)$$

где t – период, предшествующий прогнозному; t+1 – прогнозный период; Q_{t+1} – прогнозируемый показатель; a – параметр сглаживания ($0 \leq a \leq 1$); y_t – фактическое значение исследуемого явления период, предшествующий прогнозному; Q_t – экспоненциальная взвешенная средняя для периода, предшествующего прогнозному.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

При прогнозировании спроса так же необходимо учитывать сезонные колебания, которые появляются под влиянием времен года и циклично повторяются. Для того чтобы изучить такие колебания и выявить их закономерность необходимо иметь данные за каждый месяц производства и продажи продукта. Понятие сезонности для предприятия заключается в производстве продукции на основе сырья, которое ограничено в определенные времена года, кроме этого, спрос на некоторые товары в определенные сезоны уменьшается или увеличивается. Прогнозирование на основе сезонных колебаний основано на предположении, что они не изменяются до периода, для которого осуществляется прогноз.

Индексы сезонности необходимы для измерения сезонных колебаний. Формула их нахождения имеет вид:

$$I_{si} = \frac{y_i}{y_{ti}}, \tag{5}$$

где y_i – исходные уровни ряда динамики; y_{ti} – расчетные уровни.

Для продукции с трендовым поведением используется метод линейной регрессии, который позволяет определить, как вариация факторного показателя влияет на результат:

$$Y = a + b * x, \tag{6}$$

где Y – результативный показатель; x – независимая переменная; a и b – константы.

Данный метод использует метод наименьших квадратов, в основу этого положено требование минимизации сумм квадратов отклонений эмпирических данных.

$$\sum(y_i - y_{xi})^2 = \min. \tag{7}$$

Применение модели оптимального линейного программирования позволяет найти наиболее оптимальное решение производства для каждого квартала или года с минимальными затратами ресурсов, учетом конкурирующих потребностей и сезонных колебаний спроса, что дает возможность получить максимальную прибыль. Задача линейного программирования имеет вид:

$$\max_{X}(\min) \sum_{j=1}^{n} p_j * X_j,$$

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} * X_j \leq G_i, i = 1, \dots, m_1,$$

$$\sum_{j=1}^{n} b_{ij} * X_j \geq R_i, i = m_1 + 1, \dots, m,$$

$$\sum_{j=1}^{n} c_{ij} * X_j = C_i, i = m_2 + 1, \dots, m,$$

$$A_j \leq X_j \leq B_j,$$

$$0 \leq X_j, j = 1, \dots, n. \quad (8)$$

Целевой функцией в задаче является прибыль от продажи продукции. Ограничительные условия должны отражать условия работы, в которых составляется оптимальный план: ресурсные, технологические, плановые ограничения.

Наиболее эффективной и популярной моделью долгосрочного прогноза является экспоненциальное сглаживание, которое позволяет составить прогноз, используя минимальное количество исходных данных. Модель имеет вид:

$$Z(t) = S(t) + \varepsilon_t,$$

$$S(t) = \alpha * Z(t-1) + (1-\alpha) * S(t-1), \quad (9)$$

где α – коэффициент сглаживания, 0<α<1; S(1) = Z(0) – начальные условия.

Для прогнозирования процессов, имеющих тренд, применяется метод Хольта (двойное экспоненциальное сглаживание).

$$Z(t) = S(t) + \varepsilon_t,$$

$$S(t) = \alpha * Z(t-1) + (1-\alpha) * (S(t-1) - B(t-1)),$$

$$B(t) = \gamma * \big(S(t-1) - S(t-2)\big) + (1+\gamma) * B(t-1), \quad (10)$$

где γ – коэффициент сглаживания тренда.

В том случае, когда процесс помимо тренда имеет сезонную составляющую целесообразно использовать модель Хольта – Винтерса (тройное экспоненциальное сглаживание).

$$Z(t) = \big(R(t) + G(t)\big) * S(t),$$

$$R(t) = \frac{\alpha * Z(t-1)}{S(t-L)} + (1+\alpha) * \big(R(t-1) + G(t-1)\big),$$

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

$$G(t) = \beta * \big(S(t-1) - S(t-2)\big) + (1-\beta) * G(t-1),$$

$$S(t) = \frac{\gamma * Z(t-1)}{S(t-L)} + (1-\gamma) * S(t-L), \qquad (11)$$

где $R(t)$ – сглаженный уровень без учета сезонной составляющей; $G(t)$ – сглаженный тренд; $S(t)$ сезонная составляющая, L – длина сезона исследуемого процесса.

Чтобы выявить возможные проблемы и понять, когда произошла ошибка, Майк Гиллиланд предложил специальную методологию ForecastValueAdded. При использовании данного метода эксперту необходимо разделить процесс прогнозирования на этапы и по итогу оценивать не только получившийся в итоге прогноз, но и результаты выполнения каждой стадии.

Таким образом, проведя анализ имеющихся данных и определив на какой срок необходим прогноз, беря в учет необходимые факторы, эксперт выбирает тот метод, который в данном случае окажется наиболее подходящим для составления прогноза. Предложенные методики являются самыми эффективными и с их помощью можно получить наиболее точный прогноз, что позволит усовершенствовать управление сбытом.

Список литературы

1. Бабич Т.Н. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: учебное пособие / Т.Н. Бабич, И.А. Козьева, Ю.В. Вертакова. – М.: Инфра-М, 2018. – 256 с.

2. Басова А.Е., Шамигова А.С. Прогнозирование сбыта продукции / А.Е. Басова, А.С. Шамигова; под ред. А.И. Вострецова // Научные перспективы XXI века: материалы конференции. – 2018. – С. 406–409. – EDN XMYEGL.

3. Бушуева Л.И. Методы прогнозирования объема продаж / Л.И. Бушуева // Маркетинг в России и за рубежом. – 2020.– №1.

4. Павленкова И.Н. Методы прогнозирования сбыта продукции / И.Н. Павленкова // ModernEconomySuccess. – 2021. – №6. – С. 142–149. EDN MRECGC.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

5. Сёмин А.Н. Макроэкономическое планирование и прогнозирование (для бакалавров) / А.Н. Сёмин, Ю.В. Лысенко, М.В. Лысенко [и др.]. – М.: КноРус, 2018. – 298 с.

6. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования / Е.М. Четыркин. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Статистика, 2020.

7. Шурыгин А.М. Математические методы прогнозирования / А.М. Шурыгин. – М.: ГЛТ, 2019. – 180 с.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)