

4.2. Методы, применяемые на этапе диагностики проблем

Методы, используемые на этапе *диагностики проблем*, обеспечивают ее достоверное и наиболее полное описание. В их составе выделяют методы сравнения, факторного анализа, моделирования и прогнозирования. Все эти методы осуществляют сбор, хранение, обработку и анализ информации, фиксацию важнейших событий. Набор методов зависит от характера и содержания проблемы, сроков и средств, которые выделяются на этапе постановки.

Методы сравнений и факторный анализ являются широко известными и достаточно подробно излагаются в дисциплинах «Анализ хозяйственной деятельности», «Общая теория статистики» и др. Они основываются на сопоставлении фактических и нормативных (плановых, целевых) показателей и выявлении отклонений и основных причин этих отклонений.

Моделирование включает следующие модели: экономико-математические, теории массового обслуживания, теории запасов и экономического анализа.

Экономико-математическое моделирование основывается на использовании однофакторных и многофакторных моделей. Применяются однофакторные модели следующих видов: линейные модели, парабола и гипербола; многофакторные модели: линейная и логарифмическая. Наиболее часто применяются линейные модели - однофакторные

$$y = a_0 + a_1 x \quad (4.2.1)$$

и многофакторные

$$y = a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_{12} x_{12}, \quad (4.2.2)$$

где a_0, a_1, \dots, a_n – параметры уравнений, x, x_1, \dots, x_n – независимые переменные при принятии решений, y – зависимая переменная, описывающая последствия принимаемых решений. Задача состоит в определении параметров уравнения a_0, a_1, \dots, a_n .

Теория массового обслуживания (теория очередей) применяется для решений, связанных с ситуациями ожидания. Она помогает принять решение, устанавливающее определенное равновесие между размерами упущенной выгоды (доходов) и величиной дополнительных затрат в сервисных организациях. Например, такие как банки, магазины, железнодорожные и авиационные кассы, поликлиники, автозаправочные станции, ремонтные фирмы, парикмахерские, телефонные станции и другие. Клиенты, не желающие стоять в очереди, представляют упущенную выгоду. Время ожидания можно сократить за счет увеличения количества операторов, обслуживающих систему, что ведет к увеличению затрат. В основе расчетов лежит известная формула Пуассона:

$$P_n = \frac{1}{n!} e^{-\lambda} \lambda^n, \quad (4.2.3)$$

где P_n – вероятность появления n -го количества клиентов; e – основание натурального логарифма, $e = 2,7183\dots$; λ – среднее количество клиентов; n – количество клиентов в единицу времени.

Основными характеристиками модели теории очередей являются количество каналов обслуживания, среднее время обслуживание одного клиента, количество клиентов, время ожидания обслуживания и др. На основе выполненных расчетов определяется необходимое количество каналов обслуживания при допустимом, с точки зрения клиента ожидании обслуживания.

Теория запасов была разработана в начале XX столетия, а широкое применение началось с 40-х годов. Наибольших успехов, как правило, достигали японские предприятия. Использование теории запасов позволяет установить равновесие между затратами на создание запасов и издержками, связанными с потерями в случае нарушения производственного процесса. Запасы называют «бездействующими ресурсами» (idle resource), они подвержены порче, хищениям, устареванию и прочее, кроме того, они увеличивают расходы на оборотные средства предприятия. Теория запасов позволяет определить экономически выгодный размер запаса (economic order quantity - EOQ) по формуле, разработанной Гаррисоном Ф. В 1915 г.

$$Q = \sqrt{\frac{2O \times D}{(H+1P)}}, \quad (4.2.4)$$

где Q – экономически выгодный размер запаса; O – затраты на оформление заказа (order cost); D – годовые запасы; H – издержки хранения (*holding cost*); i – начисления к стоимости хранящихся запасов (определяется как отношение дохода, которого можно было бы получить от вложения капитала на другие цели к величине стоимости запасов); P – стоимость хранящихся запасов (*price*).

EOQ является таким количеством запаса, который позволяет свести к минимуму общие издержки, связанные с хранением запаса.

Экономический анализ оперирует такими известными понятиями, как постоянные и переменные издержки, выручка от реализации, цена за единицу продукции, минимальный объем реализации или точка безубыточности, порог рентабельности, запас финансовой прочности, сила операционного (производственного) рычага и др.

$$Q_{min} = \frac{F_c}{(P-V_c)}, \quad (4.2.5)$$

где Q_{min} – минимальный объем реализации (точка безубыточности); F_c – постоянные издержки; P – цена единицы продукции; V_c – переменные издержки на единицу продукции.

Перечисленные понятия используются для моделирования ситуаций типа, что будет с прибылью, если изменятся объем продаж, издержки, цена и др.

Методы прогнозирования используются для предвидения изменений и последствий влияния внешней и внутренней среды на организацию и подразделяются на количественные и качественные.

К качественным методам прогнозирования относятся в основном методы предвидения спроса, такие как мнение потребителей, мнение покупателей, мнение опытных менеджеров, рыночные тесты. С помощью этих методов определяют, как изменится объем и структура продаж в зависимости от цены товара, местонахождения и уровня доходов клиентов и других факторов.

Основными методами прогнозирования являются известные методы количественных ассоциативных оценок (построение статистических прогнозов на основе временных рядов, корреляционного и регрессионного анализов и др.).

К количественным методам прогнозирования относят анализ временных рядов (АВР) и корреляционно-регрессионный анализ (КРА). АВР позволяет сделать выводы о текущем изменении показателей во времени. В прогнозных расчетах обычно используется следующая модель:

$$Y = f(T, C, S, R), \quad (4.2.6)$$

где Y – прогнозируемый объект; T – основной тренд (тенденция); C – цикличность колебания вокруг тренда; S – сезонные колебания; R – необъясненные колебания (ошибки прогноза).

Прогнозирование на основе анализа временных рядов (АВР) использует методы экспоненциального сглаживания, экспоненциального сглаживания с учетом линейного тренда, экспоненциального сглаживания с учетом сезонной аддитивной компоненты.

Экспоненциальное сглаживание данных временного ряда основано на следующей зависимости:

$$\begin{aligned} P_{i+1} &= M_i, \\ M_i &= \alpha X_i + (1 - \alpha)M_{i-1}, \end{aligned} \quad (4.2.7)$$

где P_{i+1} – прогноз;
 M_i – экспоненциально сглаженное среднее в период i ;
 X_i – исходный временной ряд; α – параметр сглаживания ($0 \leq \alpha \leq 1$).

Экспоненциальное сглаживание с учетом линейного тренда использует следующие соотношения:

$$P_{i+1} = M_i + T_i, \quad (4.2.8)$$

где $M_i = \alpha X_i + (1 - \alpha)M_{i-1} + T_{i-1}$,
 $T_i = \gamma \Delta M_i + (1 - \gamma)T_{i-1}$,
 $\Delta M_i = M_i - M_{i-1}$,
 T_i – экспоненциально сглаженное значение тренда;
 ΔM_i – оценка величины тренда в i -м периоде.

Экспоненциальное сглаживание с учетом сезонной аддитивной компоненты основано на расчете по следующим формулам:

$$P_{i+1} = M_i + B_{i+d} \quad (4.2.9)$$

где $M_i = \alpha X_i + (1 - \alpha)M_{i-1}$,
 $B_i = B_{i-1} + (1 - \beta)\epsilon_i$,
 d – сезонный лаг;
 ϵ – ошибка прогноза в текущий момент времени, которая определяется как разность между фактом и прогнозом данных в период i ;
 B_i – величина сезонной компоненты.

Метод корреляционно-регрессионного анализа (КРА) построен на использовании моделей причинного прогнозирования, которые содержат ряд переменных, имеющих отношение к предсказываемой переменной.

В основе корреляционного анализа лежит расчет коэффициентов корреляции $-1 \leq r \leq 1$. Эти коэффициенты показывают степень, или силу линейной взаимосвязи.

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}} \quad (4.2.10)$$

После определения связи между этими переменными строится статистическая модель, которая и используется для прогноза. Наиболее часто используемой количественной моделью является модель линейного регрессионного анализа.

$$y = a_0 + a_1 x, \quad (4.2.11)$$

где y – значение независимой переменной;
 a_1 – коэффициент, определяющий угол наклона прямой;
 a_0 – отрезок, отсекаемый прямой на оси y ;
 x – независимая переменная.

Основным методом расчета зависимой переменной y является метод наименьших квадратов (МНК). Так, если анализ эмпирических данных

показывает, что основная тенденция выражается прямолинейно, то можно воспользоваться уравнением прямой линии;

$$y = a_0 + a_1 x, \quad (4.2.12)$$

где y - является прогнозируемой величиной объема в зависимости от времени x . Задача состоит в определении коэффициентов $a_0 + a_1$.

Для определения коэффициентов $a_0 + a_1$ составляют систему нормальных уравнений:

$$\begin{aligned} \sum y_i &= N a_0 + a_1 \sum x_i, \\ \sum x_i y_i &= a_0 \sum x_i + a_1 \sum x_i^2. \end{aligned} \quad (4.2.13)$$

Решив эту систему уравнений, получим значения коэффициентов:

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{\sum y_i}{n}, \\ a_1 &= \frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i^2}. \end{aligned} \quad (4.2.14)$$

Для определения точности регрессионных оценок рассчитывают стандартную ошибку прогноза $S_{y,x}$. Ее называют стандартным отклонением уравнения регрессии:

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - Y_c)^2}{(n-1)}}, \quad (4.2.15)$$

где Y_i - значение функции в i -й точке;
 Y_c - расчетное значение зависимой переменной уравнения регрессии;
 n - число точек данных.

Множественный регрессионный анализ использует расширенное представление линейной зависимости как функцию нескольких переменных:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2, \quad (4.2.16)$$

Для вычисления множественной регрессии чаще всего применяются компьютерные программы, реализующие формулы, которые подробно описаны в учебниках по статистике. Которые подробно изучаются в таких дисциплинах как «Теория вероятности и математическая статистика», «Общая теория статистики» и др.