

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПЕЧАТНОЙ ПРОДУКЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ НАБОРА ДАННЫХ

In the article the analysis of data is carried out, that is used for constructing of statistical model of the life circle of printing production. Such questions as necessary and sufficient set of data and exclusion of the run outs of random variable are covered.

Practical application of this approach leads to the construction of reliable functions of the life circle on the prime stages of the output and sale of printing production, allowing to predict production behavior at the market. This information permits to correct planned measures for sale promotion and increasing of competitive ability of the production on timely basis.

Жизненный цикл продукции представляет собой временной интервал, включающий в себя несколько стадий, каждая из которых отличается своим характером процесса изменения во времени объемов производства [1].

В соответствии с методом, предложенным в работе [2], жизненный цикл полиграфической продукции представляет собой S-образную кривую, которая описывается модифицированной формулой Перла:

$$y(t) = \frac{a}{1 + Ce^{-k \cdot a \cdot t}} = \frac{y_0 \cdot a}{y_0 + (a - y_0)e^{-k \cdot a \cdot t}}, \quad (1)$$

где y — объем выпуска продукции; t — время; k — коэффициент пропорциональности; a — асимптота $y(t)$; $C = (a - y_0)/y_0$; y_0 — начальная партия продукции.

Чтобы описать с помощью (1) жизненный цикл продукции, необходимо знать асимптоту a и коэффициент пропорциональности k . Предполагается, что переменная y_0 (начальная партия продукции) известна.

Для определения значений неизвестных коэффициентов a и k в модифицированной формуле Перла (1), описывающей жизненный цикл продукции, возможны два подхода.

Если известны статистические данные о динамике выпуска продукции за каждый год, предлагается использовать выражение для скорости изменения функции $y(t)$, сводимое к уравнению параболы [3]:

$$\frac{dy}{dt} = p(y) = ky(a - y) = -ky^2 + kay. \quad (2)$$

Неизвестные коэффициенты a и k выражаются через коэффициенты параболы, которые, в свою очередь, находятся с помощью метода наименьших квадратов [3].

Второй подход к поиску неизвестных коэффициентов модифицированной формулы Перла (1) связан с данными о совокупном выпуске продукции (V) за весь промежуток времени (T) [2]:

$$V = a \cdot T + \frac{\ln \left[\frac{y_0 + (a - y_0)e^{-k \cdot a \cdot T}}{a} \right]}{k}. \quad (3)$$

Преобразовав (3), можно получить функцию, отражающую зависимость между коэффициентом пропорциональности k и асимптотой a :

$$f(a) = y_0 + e^{-k \cdot a \cdot T} (a - y_0 - a \cdot e^{k \cdot V}). \quad (4)$$

Подставляя различные допустимые (в пределах 0–0,00001) значения коэффициента пропорциональности k в выражение (4), можно путем решения уравнения получить соответствующие значения асимптоты a и построить несколько функций жизненного цикла. Оптимальный вариант зависимости выбирается на основе экспертного анализа.

Пример поведения функции жизненного цикла для различных значений коэффициента пропорциональности k и зависящих от них значений асимптоты a проиллюстрирован на рис. 1.

Как видно из рис. 1, для данного вида продукции наилучшим образом подходит функция жизненного цикла с коэффициентом пропорциональности $k = 0,00004$ и асимптотой $a = 3631$.

Для построения функции жизненного цикла с наибольшей достоверностью можно использовать комбинацию приведенных выше подходов.

Целью данной работы является анализ устойчивости статистической модели жизненного цикла печатной продукции к изменению набора данных.

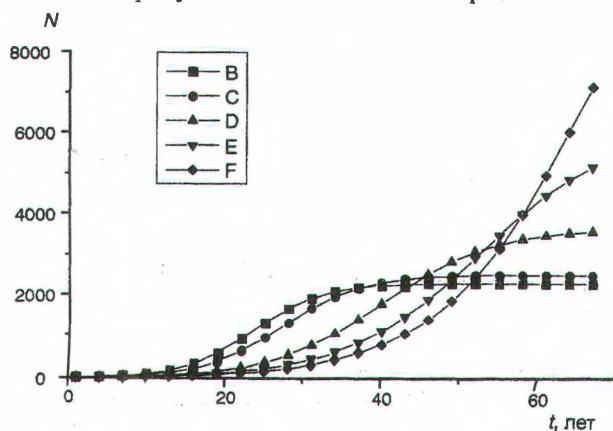


Рис. 1. Функции жизненного цикла продукции при значениях k и a : B — $k = 0,0001$, $a = 2268$; C — $k = 0,00008$, $a = 2484$; D — $k = 0,00004$, $a = 3631$; E — $k = 0,00002$, $a = 6077$; F — $k = 0,000008$, $a = 13640$

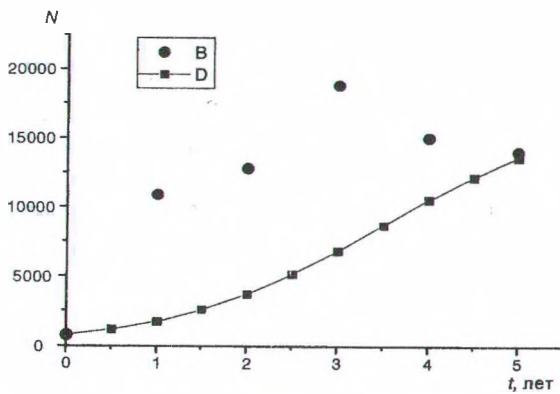


Рис. 6. Функции жизненного цикла журнала «Маркетинг. Идеи и технологии»: В — статистические данные; D — модель 1-1

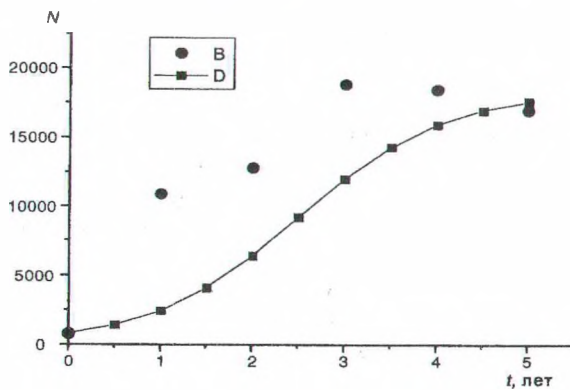


Рис. 7. Функции жизненного цикла журнала «Маркетинг. Идеи и технологии»: В — статистические данные; D — модель 1-2

Наиболее рациональным представляется построение сглаженной функции жизненного цикла журнала «Маркетинг. Идеи и технологии» без учета данных за 2004 г. и 2006 г. (модель 3). Результаты расчета приведены на рис. 8.

Значения коэффициентов k и a модифицированной формулы Перла (1) для всех трех случаев приведены в табл. 5. Из таблицы видно, что для моделей 1 и 2 характерно завышенное значение асимптоты a , поскольку учитывается выброс случайной величины в 2004 г. Коэффициент пропорциональности k для этих моделей одинаков: он на порядок ниже, чем для модели 1.

Таким образом, перед построением статистической модели жизненного цикла продукции необходимо выполнять анализ и фильтрацию данных, чтобы исключить из общей закономерности выбросы случайной величины, поскольку такие данные могут привести к построению недостоверной модели.

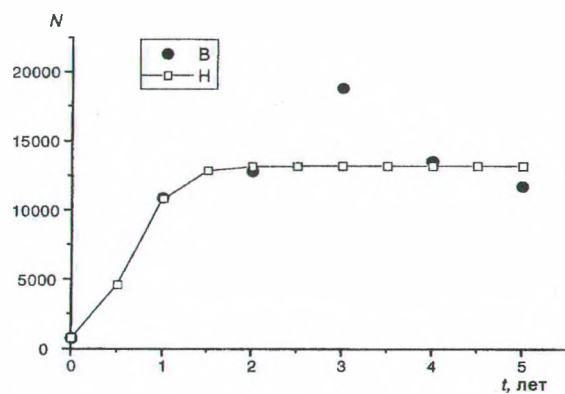


Рис. 8. Сглаженная функция жизненного цикла журнала «Маркетинг. Идеи и технологии»: В — статистические данные за 6 лет; D — модель 3, построенная по сглаженным данным за 4 года

Таблица 5
Параметры k и a для журнала «Маркетинг. Идеи и технологии»

Модель	k	a
1	0,00003	16 820
2	0,00003	27 470
3	0,0003	13 180

Необходимо подчеркнуть, что целесообразно построение функций жизненного цикла уже на начальных этапах выпуска и реализации продукции. Причем с появлением новых статистических данных полученная функция должна уточняться, что позволит своевременно корректировать запланированные мероприятия по стимулированию сбыта продукции и увеличению ее конкурентоспособности.

Литература

1. Гончаров, В. В. В поисках совершенства управления: руководство для высшего управленческого персонала. — М.: МНИИПУ, 1998. — Т. 1. — 816 с.
2. Кулак, М. И. Метод моделирования жизненного цикла полиграфического оборудования в задачах инновационного менеджмента / М. И. Кулак, З. В. Гончарова, Н. М. Семеняко // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. — 2004. — Вып. XII. — С.110–114.
3. Кулак, М. И. Обобщенная модель жизненного цикла печатной продукции / М. И. Кулак, Н. М. Семеняко, Н. Э. Трусевич // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. — 2006. — Вып. XIV. — С.129–132.