# СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

КОННИКОВ Е.А., ПОГРЕБОВА О.А.

# СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

- Прогнозы на основе статистического анализа ретроспективных рядов данных являются наиболее приемлемыми при условии, что между прошлым и будущим имеется тесная причинно-следственная связь.
- При этом прогноз следует корректировать всякий раз, когда заранее становятся известными те или иные обстоятельства, влияющие на прогнозируемую величину, которые будут иметь место в будущем.
- При прогнозировании спроса это:

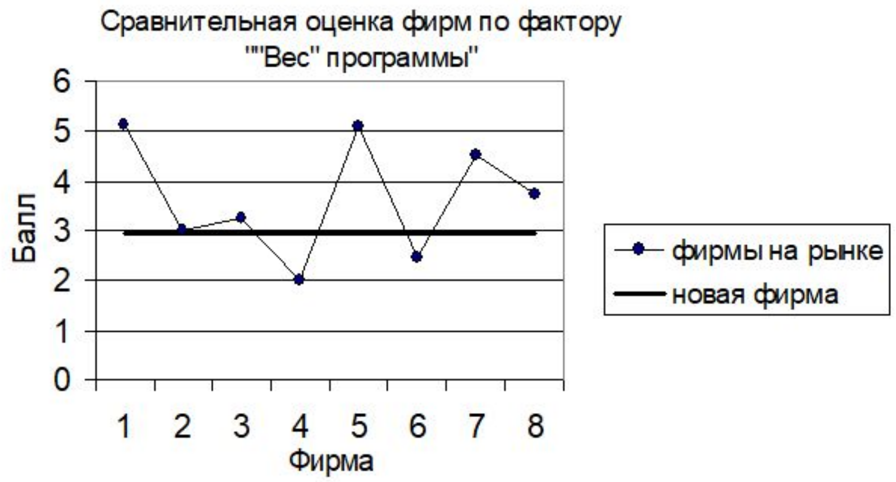
  - появление новых рынков сбыта;

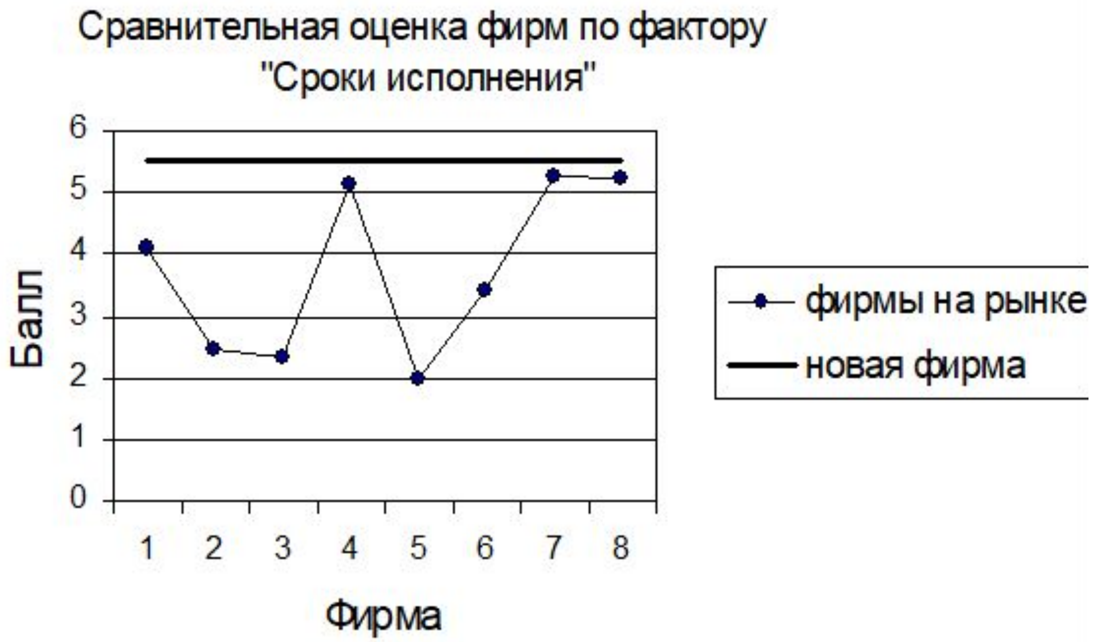
  - появление новых конкурентов;

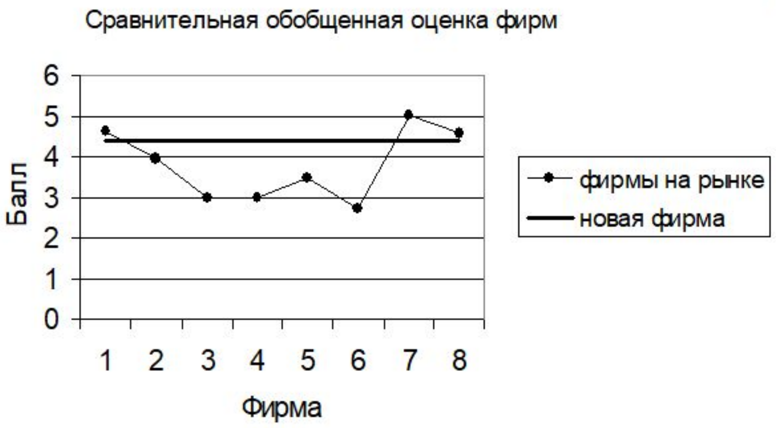
  - проведение рекламных компаний;

  - появление новых научно-технических решений и т.п.

# ГРАФИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПОЛОЖЕНИЯ НА РЫНКЕ «НОВОЙ ФИРМЫ»



# СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Общий подход в этом способе прогнозирования – попытка выявления трех типов зависимости прогнозируемого параметра (λ) от времени:

- тренда (тенденции);
- цикличности;
- случайных отклонений

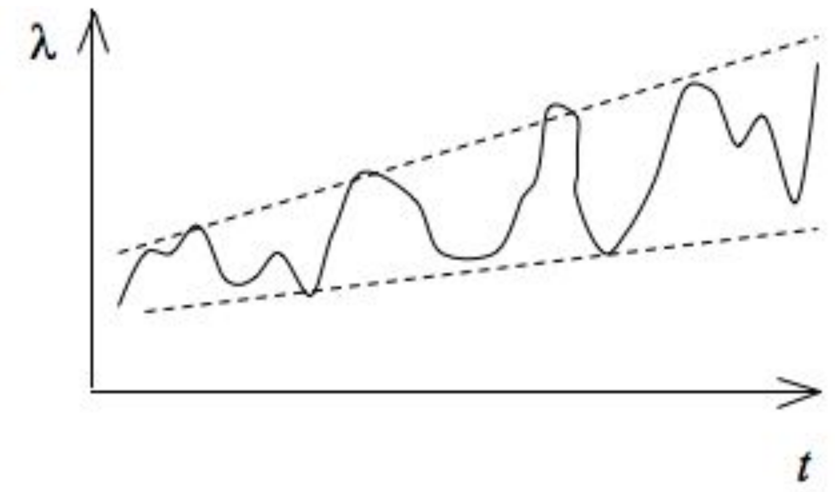



Рисунок - Иллюстрация действия на прогнозируемый параметр трех типов зависимости от времени

# СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Для их выявления:

1. строится график зависимости прогнозируемого параметра от времени по фактическим данным за отчетный период;
2. выбирается *прогностическая функция* и даются оценки на будущий период;
3. рассчитывается погрешность этих оценок;
4. принимается решение о принятии этой или о переходе к другой прогностической функции.

# СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Обычно прогностическая функция подбирается методом *наименьших квадратов*: требуется построить график функции по некоторой ограниченной совокупности точек так, чтобы среднеквадратичное отклонение стремилось к минимуму:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i}^{n} \frac{(d_i - d_i^*)^2}{n-f}} \Rightarrow \min,$$

где $d_i$ – фактическое значение в $i$-й промежуток времени;
$d_i$* – значение прогностической функции в $i$-й промежуток;
$n$ – число промежутков;
$f$ – число «степеней свободы».

# СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

В качестве прогностической может выступать любая функция: константа, линейная, экспонента, парабола, синусоида и др.

Этот метод достаточно сложен для расчетов, но дает хорошие результаты. Сегодня широко используются пакеты прикладных программ для выполнения соответствующих расчетов, например, *Statgraf*. В ряде случаев можно пользоваться соответствующим аппаратом из MS EXCEL.

Рассмотрим более простые методы, которые легко применять без помощи ПЭВМ, однако они не обеспечивают такой точности.

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕТОДОМ ПРОСТОГО СРЕДНЕГО

Рассчитывается среднее за отчетный период и принимается в качестве прогностической оценки на будущее. Метод хорош, если преобладающим является случайный тип зависимости прогнозируемого параметра от времени.

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕТОДОМ «СКОЛЬЗЯЩЕГО» СРЕДНЕГО

$$d^*_{m+1} = \sum_{i=m-k+1}^{m} \frac{d_i}{k},$$

где $m$ – последний из моментов времени, для которого есть фактические данные;

$k$ – число моментов времени, учитываемых при прогнозе.

Метод простой, но недостаточно точный, так как предполагает, что в следующем периоде значение прогнозируемой функции будет средним за последние $k$ интервалов.

Базу прогнозирования $k$ здесь нужно минимизировать.

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕТОДОМ «ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ»

Первая прогнозная оценка здесь находится по формуле:

$$d^*_{m+1} = (1-\omega) \sum_{i=m-k+1}^{m} \omega^{m-i} d_i ,$$

где $\omega$ – коэффициент сглаживания; $0 < \omega < 1$.

Вторая и последующие оценки определяются по формуле:

$$d^*_{m+1} = (1-\omega)\ d_m + \omega\, d^*_m$$

# ПРИМЕР

Известен спрос на товар за первые 8 месяцев года. Требуется дать прогноз относительно его реализации на 4 оставшихся месяца. Будем считать, что по ходу дела нам становятся известны фактические данные за 8-й ÷ 12-й месяцы. Они также указаны в таблице:

| Месяц | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Спрос | 199 | 202 | 199 | 208 | 212 | 194 | 214 | ***220*** | ***219*** | ***234*** | ***219*** | ***233*** |

Спрогнозируем спрос на основе данных последних месяцев, для которых спрос уже известен, т. е. базы прогнозирования.

# ПРИМЕР

**1.** Рассчитанный методом простого среднего за 8 месяцев прогноз на 9-й, 10-й, 11-й, 12-й месяцы одинаков – 206.

Отклонение прогноза за 4 месяца от фактического спроса:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i}^{n}(d_i - d_i^*)^2}{4-1}} = \sqrt{\frac{169+784+169+729}{3}} = 24{,}8.$$

# ПРИМЕР

**2.** Прогноз, рассчитанный методом скользящего среднего (база – 5 месяцев):

на 9-й месяц: $\frac{1045}{5} = 209{,}6$; факт – 219; $\Delta d^2 = 88$;

на 10-й месяц: $\frac{1059{,}0}{5} = 211{,}8$; факт – 234; $\Delta d^2 = 492$;

на 11-й месяц: $\frac{1081}{5} = 216{,}2$; факт – 219; $\Delta d^2 = 8$;

на 12-й месяц: $\frac{1106}{5} = 221{,}2$; факт – 233; $\Delta d^2 = 139$.

Среднеквадратичное отклонение за 4 месяца составило $\sigma = \sqrt{\frac{728}{3}} = 15{,}6$,

что меньше, чем в первом случае.

# ПРИМЕР

3. Прогноз, рассчитанный методом экспоненциального сглаживания (база – 5 месяцев, $\omega = 0{,}2$) на 9-й месяц:

$d_9 = (1 - 0{,}2)\,(220 + 0{,}2 \times 214 + 0{,}2^2 \times 194 + 0{,}2^3 \times 212 + 0{,}2^4 \times 208) = 218;$

на 10-й месяц: $(1 - 0{,}2)\,219 + 0{,}2 \times 218 = 218{,}8;$

на 11-й месяц: $(1 - 0{,}2)\,234 + 0{,}2 \times 218{,}8 = 231{,}0;$

на 12-й месяц: $(1 - 0{,}2)\,219 + 0{,}2 \times 231 = 221{,}4.$

Значение отклонения за 4 месяца: $\sigma = \sqrt{\dfrac{1 + 231 + 144 + 135}{3}} = 13{,}00$ т. е. меньше чем ранее, следовательно, это лучший метод прогнозирования в данных условиях.