

# **Прогностика и методы прогнозирования**

**1. Прогностика, прогноз и  
прогнозирование.**

**2. Методы прогнозирования.**

# 1.Прогностика, прогноз и прогнозирование

**Прогностика** - дисциплина, изучающая общие принципы и методы прогнозирования развития объектов любой природы, закономерности процесса разработки прогнозов.

Прогностика сформировалась в 70—80-е годы XX столетия.

**Прогноз** (от греч. - предвидение, предсказание) - предсказание будущего с помощью научных методов, а также сам результат предсказания.

**Прогноз** - это научно обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем и (или) об альтернативных путях и сроках достижения этих состояний.

Необходимость прогноза обусловлена желанием знать события будущего, что невозможно на 100 % в принципе, исходя из статистических, вероятностных, эмпирических и философских принципов.

## Прогнозы делятся (условно)

- **по срокам:** краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные, дальнесрочные;
- **по масштабу:** частные, местные, региональные, отраслевые, страновые, мировые (глобальные).
- **по ответственности (авторству):** личные, на уровне предприятия (организации), на уровне государственных органов.

## **Точность любого прогноза обусловлена:**

- объёмом истинных (верифицированных) исходных данных и периодом их сбора;
- объёмом неверифицированных исходных данных и периодом их сбора;
- свойствами системы, объекта, подвергающихся прогнозированию;
- методиками и подходами прогнозирования.

## **Прогнозирование** - процесс разработки прогноза.

**Этап прогнозирования** - часть процесса разработки прогнозов, характеризующаяся своими задачами, методами и результатами.

Деление на этапы связано со спецификой построения систематизированного описания объекта прогнозирования, сбора данных, с построением модели и верификацией прогноза.

## Этапы прогноза

- 1. Предпрогнозная ориентация** (определение объекта, предмета, проблемы, цели, задач, времени упреждения, рабочих гипотез, методов, структуры, организации исследования).
- 2. Сбор данных прогнозного фона** (данных влияющих на развитие объекта)
- 3. Построение исходной (базовой) модели** (т.е. системы показателей, параметров, отображающая характер и структуру объекта).
- 4. Поисковый прогноз** (проекция в будущее исходной модели по наблюдаемой тенденции с учетом факторов прогнозного фона с целью выявления подлежащих решению перспективных проблем).
- 5. Нормативный прогноз** (проекция исходной модели в будущее в соответствии с заданными целями и нормами по заданным критериям).
- 6. Оценка степени достоверности** и уточнение прогностических моделей.
- 7. Выработка рекомендаций.**

# При прогнозировании используются следующие понятия

**Прием прогнозирования** - одна или несколько математических или логических операций, направленных на получение конкретного результата в процессе разработки прогноза. В качестве приема могут выступать сглаживание динамического ряда, определение компетентности эксперта, вычисление средневзвешенного значения оценок экспертов и т. д.

**Модель прогнозирования** - модель объекта прогнозирования, исследование которой позволяет получить информацию о возможных состояниях объекта прогнозирования в будущем и (или) путях и сроках их осуществления.

**Метод прогнозирования** - способ исследования объекта прогнозирования, направленный на разработку прогноза. Методы прогнозирования являются основанием для методик прогнозирования.

**Методика прогнозирования** - совокупность специальных правил и приемов (одного или нескольких методов) разработки прогнозов.

**Прогнозирующая система** - система методов и средств их реализации, функционирующая в соответствии с основными принципами прогнозирования. Средствами реализации являются экспертная группа, совокупность программ и т. д. Прогнозирующие системы могут быть автоматизированными и неавтоматизированными.

**Прогнозный вариант** - один из прогнозов, составляющих группу возможных прогнозов.

**Объект прогнозирования** - процесс, система, или явление, о состоянии которого даётся прогноз.

**Характеристика объекта прогнозирования** - качественное или количественное отражение какого-либо свойства объекта прогнозирования.

**Переменная объекта прогнозирования** - количественная характеристика объекта прогнозирования, которая является или принимается за изменяемую в течение периода основания и (или) периода упреждения прогноза.

**Сложность объекта прогнозирования** - характеристика объекта прогнозирования, определяющая разнообразие его элементов, свойств и отношений.

**Период основания прогноза** - промежуток времени, за который используют информацию для разработки прогноза.

Этот промежуток времени называют также периодом предыстории.

**Период упреждения прогноза** - промежуток времени, на который разрабатывается прогноз.

**Прогнозный горизонт** - максимально возможный период упреждения прогноза заданной точности.

**Точность прогноза** - оценка доверительного интервала прогноза для заданной вероятности его осуществления.

**Достоверность прогноза** - оценка вероятности осуществления прогноза для заданного доверительного интервала.

**Ошибка прогноза** - апостериорная величина отклонения прогноза от действительного состояния объекта.

**Источник ошибки прогноза** - фактор, способный привести к появлению ошибки прогноза.

Различают источники регулярных и нерегулярных ошибок.

**Верификация прогноза** - оценка достоверности и точности или обоснованности прогноза.

**Эксперт** - квалифицированный специалист по конкретной проблеме, привлекаемый для вынесения оценки по поставленной задаче прогноза.

**Компетентность эксперта** - способность эксперта выносить на базе профессиональных знаний, интуиции и опыта достоверные суждения об объекте прогнозирования.

Количественная мера компетентности эксперта называется коэффициентом компетентности.

**Экспертная группа** - коллектив экспертов, сформированный по определенным правилам для решения поставленной задачи прогноза. Частным случаем экспертной группы выступает экспертная комиссия.

**Экспертная оценка** - суждение эксперта или экспертной группы относительно поставленной задачи прогноза.

**Экстраполяция** - (от экстра... и лат. polio приглаживаю изменяю) распространение выводов, полученных из наблюдения над одной частью явления, на другую часть его.

**Интерполяция** - способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений.

**Сглаживание** всегда включает некоторый способ локального усреднения данных, при котором несистематические компоненты взаимно погашают друг друга.

**Трендом** называют неслучайную функцию, формируемую под действием общих или долговременных тенденций, влияющих на наш ряд

**Тенденция** (от лат. Tendo - направляю, стремлюсь) - возможность тех или иных событий развиваться в данном направлении.

**Лаг** (временной лаг) - запаздывание, экономический показатель, характеризующий временной интервал между двумя взаимосвязанными экономическими явлениями, одно из которых является причиной, а второе - следствием.

**Эндогенные переменные** – это зависимые переменные, число которых равно числу уравнений в системе одновременных уравнений (или структурной форме экономической модели) и которые обозначаются через  $y$ .

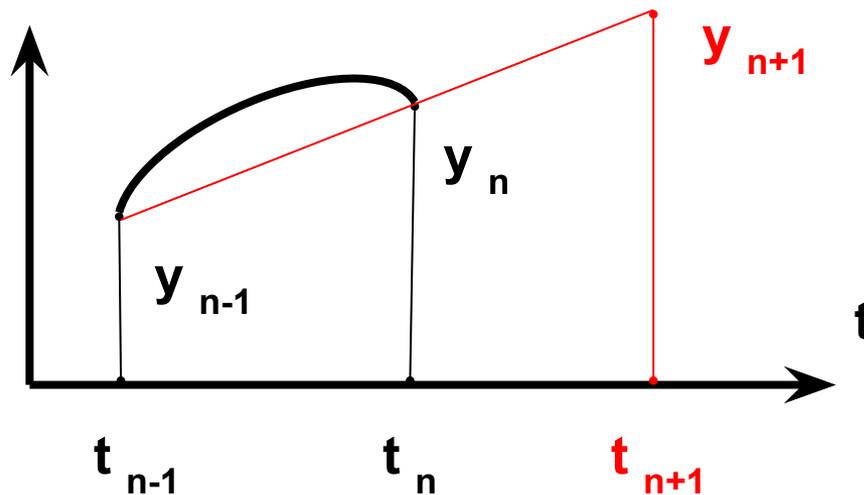
**Экзогенные переменные** – это predetermined переменные, влияющие на эндогенные переменные, но не зависящие от них. Обозначаются через  $x$ .

Экономические переменные могут выступать в одних моделях как эндогенные, а в других как экзогенные переменные.

В качестве экзогенных переменных могут рассматриваться значения эндогенных переменных за предшествующий период времени (**лаговые переменные**).

При известной функциональной зависимости  $y(t)=f(t)$  можно вычислить значения  $y$  для любого значения времени  $t$ .

При наличии двух значений  $y$  можно определить линейный тренд и сделать прогноз на заданный момент времени  $t_{n+k}$ .



Уравнение прямой записывается как  $y=a+bx$ .

По двум значения можно записать

$$y_{n-1}=a+bx_{n-1}$$

$$y_n=a+bx_n.$$

Находим значения  $a$  и  $b$ .

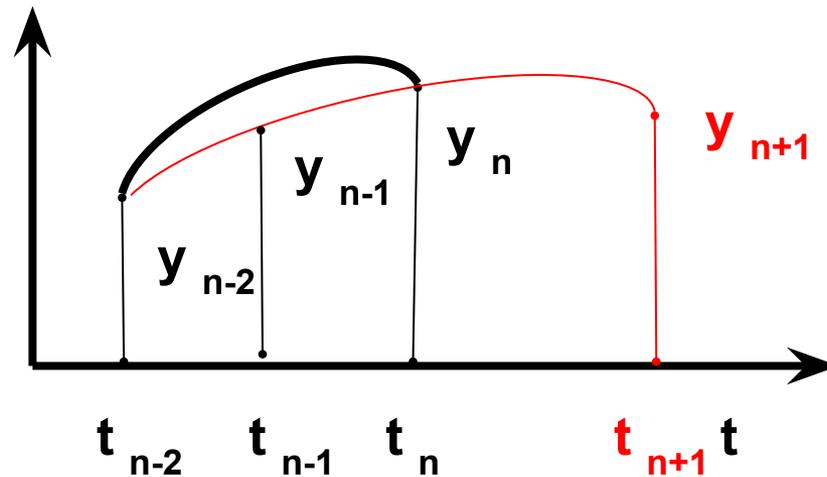
$$b=(y_n - y_{n-1})/(x_n - x_{n-1})$$

$$a=(y_{n-1}x_n - y_nx_{n-1})/(x_n - x_{n-1}).$$

Теперь можно сделать прогноз

$$y_{n+1}=a+bx_{n+1}.$$

При наличии трех значений  $y$  можно определить квадратичный тренд и сделать прогноз на заданный момент времени  $t_{n+k}$ .



Уравнение параболы записывается как  $y=a+bx+cx^2$ .

По двум значения можно записать

$$\begin{aligned}y_{n-2} &= a + bx_{n-2} + cx_{n-2}^2 \\ y_{n-1} &= a + bx_{n-1} + cx_{n-1}^2 \\ y_n &= a + bx_n + cx_n^2\end{aligned}$$

В матричном виде запишем

$$Y = \begin{pmatrix} y_{n-2} \\ y_{n-1} \\ y_n \end{pmatrix} \quad K = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} \quad X = \begin{pmatrix} 1 & x_{n-2} & x_{n-2}^2 \\ 1 & x_{n-1} & x_{n-1}^2 \\ 1 & x_n & x_n^2 \end{pmatrix}$$

Можем записать

$$Y = XK \quad X^{-1}Y = X^{-1}XK \quad K = X^{-1}Y$$

Находим значения  $a$ ,  $b$  и  $c$  по правилу Крамера или с использованием обратной матрицы для линейных уравнений.

1. Вычислим определитель основной матрицы  $X$  и убедимся, что он отличен от нуля.

$$|X| = (x_{n-1}x_n^2 - x_nx_{n-1}^2) - (x_{n-2}x_n^2 - x_nx_{n-2}^2) + (x_{n-2}x_{n-1}^2 - x_{n-1}x_{n-2}^2) \neq 0$$

2. Найдем матрицу из алгебраических дополнений

$$\|X_{ij}\| = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{pmatrix}$$

где  $X_{ij}$  - алгебраические дополнения элементов  $x_{ij}$

3. Транспонируем матрицу алгебраических дополнений

$$\|X_{ij}\|^T = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{21} & X_{31} \\ X_{12} & X_{22} & X_{32} \\ X_{13} & X_{23} & X_{33} \end{pmatrix}$$

4. Вычисляем обратную матрицу  $X^{-1} = \frac{1}{|X|} \|X_{ij}\|^T$

5. Вычисляем коэффициенты по формуле

$$K = X^{-1}Y$$

Теперь можно делать прогноз

$$y_{n+1} = a + bx_{n+1} + cx_{n+1}^2$$

## 2. Методы прогнозирования

В 1927 году В.А.Базаров-Руднев предложил 3 метода прогноза:

- **экстраполяция,**
- **аналитическая модель,**
- **экспертиза.**

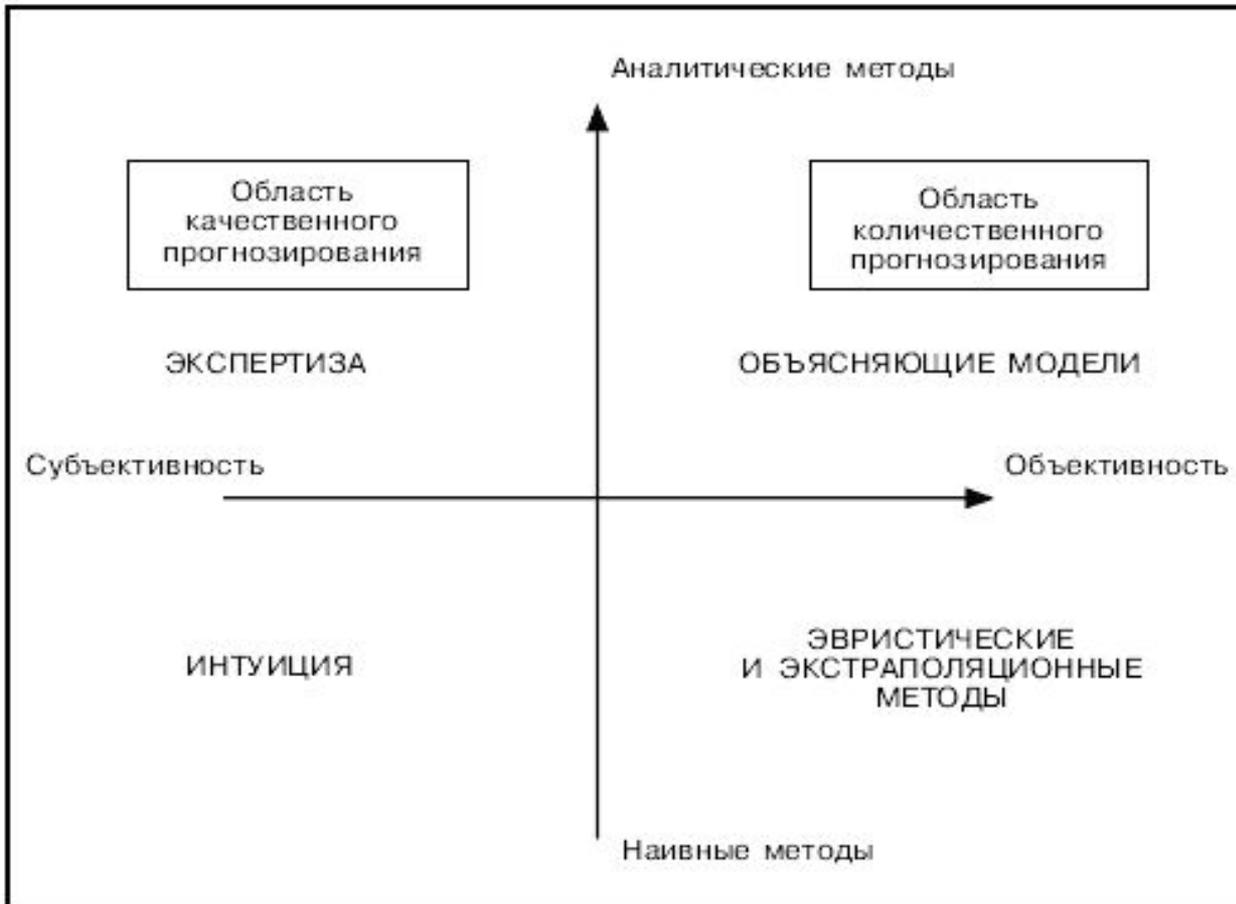
В настоящее время существует около 220 методов прогнозирования.

На практике используются не более 10, среди них: фактографические (экстраполяция, интерполяция, тренд-анализ), экспертные (в т.ч. опрос, анкетирование), публикационные (в т.ч. патентные), цитатно-индексные, сценарные, матричные, моделирование, аналогий, построение графов и т.д.

К основным методам прогнозирования относят:  
**экспертные оценки;**  
**статистические методы;**  
**методы моделирования;**  
**интуитивные** (то есть выполненные без применения технических средств, экспромтом, «в уме» специалистом, имеющим опыт ранее применяемых научных методов в данном типе прогнозов).

Часто выделяют следующие методы прогнозирования:  
**экстраполяция,**  
**моделирование,**  
**опрос экспертов.**

Но прогностические модели предполагают экстраполяцию и экспертные оценки.



Метод прогнозирования, классифицированный по двум измерениям: **степень свободы** процесса прогнозирования от субъективности и большей или меньшей степени **аналитичности**.

В крайних точках этих измерений - субъективные и объективные методы и методы наивные и причинно-следственные.

**Субъективные методы** - процессы, используемые для формирования прогноза, но не изложенные в явной форме и неотделимые от лица, делающего прогноз.

**Объективные методы** - четко сформулированные процессы прогнозирования, которые могут быть воспроизведены другими лицами.

Это первое измерение фактически противопоставляет количественные методы качественным, в которых преобладают интуиция, творчество, воображение.

При использовании **наивных методов** прогноз формируется на базе наблюдений за прошлыми изменениями исследуемой переменной, без учета в явной форме основных движущих факторов.

При использовании **причинно-следственных** (казуальных) **методов** факторы идентифицированы, а их будущие вероятные значения спрогнозированы. Из них выводится вероятное значение фактора (другой характеристики объекта) при условии реализации принятого сценария.

**Экспертные суждения** имеют место в том случае, когда прогноз основан не на объективных данных, а скорее на опыте.

**Эвристические и экстраполяционные методы** применяются обычно в случаях, когда аналитическая структура прогнозного процесса слаба, но прогноз опирается на объективную информацию. Это относительно простые методы, основанные на предшествующем опыте.

**Экспликативные («объясняющие») модели** отличаются от других моделей математического моделирования тем, что причинная структура в них устанавливается и проверяется экспериментально, в условиях, поддающихся объективному наблюдению и измерению.

# Экспертный метод прогнозирования

**Экспертный метод прогнозирования** – метод прогнозирования, базирующийся на экспертной информации.

Правомерность использования экспертного метода основывается на методологически правильно полученным экспертных суждениях, которые удовлетворяют двум общепринятым в науке критериям достоверности любого знания: **точности и воспроизводимости результата.**

Для экспертных оценок характерно предсказание будущего на основе как рациональных доводов, так и интуитивного знания.

Методы экспертных оценок, как правило, имеют **качественный характер.**

Экспертные оценки разделяют на **индивидуальные и коллективные.**

К индивидуальным экспертным оценкам относят: **сценарии, метод интервью, аналитические докладные записки.**

**Метод сценарий** предполагает описание будущего с учетом правдоподобных предложений. Как правило, для прогноза ситуации характерно существование нескольких вероятных вариантов развития.

**Метод интервью** предполагает беседу организатора прогнозной деятельности с прогнозистом-экспертом, в которой ставятся вопросы о будущем состоянии фирмы и ее среды.

**Метод аналитических докладных записок** означает самостоятельную работу эксперта над анализом деловой ситуации и возможных путей ее развития.

## Коллективные экспертные оценки включают: **метод комиссий, метод мозговых атак, метод Дельфи.**

**Метод комиссий** может означать организацию "круглого стола», в рамках которого происходит согласование мнений экспертов.

**Для метода мозговых атак** характерны коллективная генерация идей и творческое решение проблем. Мозговая атака представляет собой свободный, неструктурированный процесс генерирования любых идей по избранной теме, которые спонтанно высказываются участниками встречи.

**Метод Дельфи** был разработан известным экспертом из исследовательской корпорации "РЭНД" Олафом Хельмером, математиком по образованию.

В методе Дельфи сочетаются творческий подход к решению проблемы и достаточная точность прогноза.

Суть метода Дельфи состоит в проведении анкетных опросов специалистов выбранной области знаний. Полученные анкетные данные подвергаются статистической обработке, в результате которой формируется диапазон мнений экспертов, отражающий их коллективное мнение по избранной проблеме.

# Статистические методы прогнозирования

Научной базой статистических методов прогнозирования является **прикладная статистика и теория принятия решений**.

Сущность экстраполяции заключается в изучении сложившихся в прошлом и настоящем устойчивых тенденций развития объекта прогноза и переносе их на будущее.

Наиболее распространенными методами экстраполяции являются:

- **метод скользящего среднего;**
- **метод экспоненциального сглаживания;**
- **прогнозирование методом линейной регрессии;**
- **прогнозирование на основе метода сезонных колебаний.**

При экстраполяции выявляем  
тенденции,  
тренд,  
циклические или случайные колебания.

**Тенденция** - возможность тех или иных событий развиваться в данном направлении.

**Тенденция в экономике**- выявленные в результате экономического анализа, наблюдаемые устойчивые соотношения, свойства, признаки, присущие экономической системе, экономике страны, предприятия, фирмы, показателям доходов, расходов и т.п.

**Тренд** - основная тенденция изменения временного ряда. Тренды могут быть описаны различными уравнениями - линейными, логарифмическими, степенными и т. д.

**Тренд в экономике** - направление преимущественного движения показателей.

**Колебания** - повторяющийся в той или иной степени во времени процесс изменения состояний системы около точки равновесия.

Метод	Прогноз
метод скользящего среднего	краткосрочный
метод экспоненциального сглаживания	среднесрочный
прогнозирование методом линейной регрессии	долгосрочный
прогнозирование на основе метода сезонных колебаний	долгосрочный

**Метод скользящей средней** состоит в замене фактических уровней динамического ряда расчетными, имеющими значительно меньшую колеблемость, чем исходные данные.

При этом средняя рассчитывается по группам данных за определенный интервал времени, причем каждая последующая группа образуется со сдвигом на один год (месяц).

В результате подобной операции первоначальные колебания динамического ряда сглаживаются, поэтому и операция называется сглаживанием рядов динамики (основная тенденция развития выражается при этом уже в виде некоторой плавной линии).



Красным цветом изображен график скользящей средней

**Скользящие средние. Методы скользящей средней**

<http://av-finance.ru/tehnicheskij-analiz/skolzyashhie-srednie-chast-1-teoriya.html>

Основная идея **метода экспоненциальных средних** состоит в использовании в качестве прогноза линейной комбинации **прошлых** и **текущих** наблюдений.

Чем «**старше**» наблюдение, тем **меньше** оно должно оказывать влияние на величину скользящей средней. То есть влияние прошлых наблюдений должно затухать по мере удаления от момента, для которого определяется средняя.

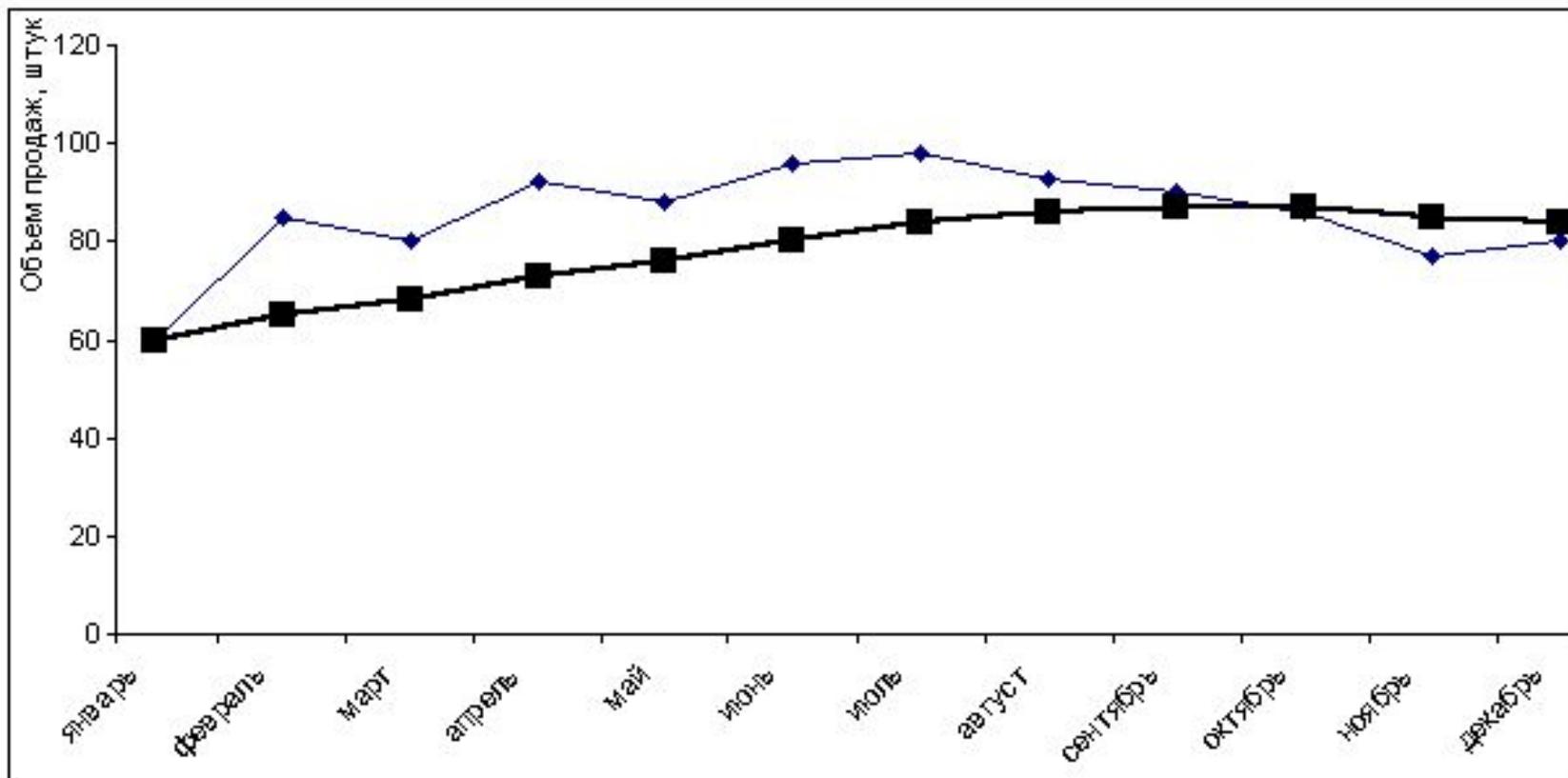


Рис. 5. Метод экспоненциального сглаживания

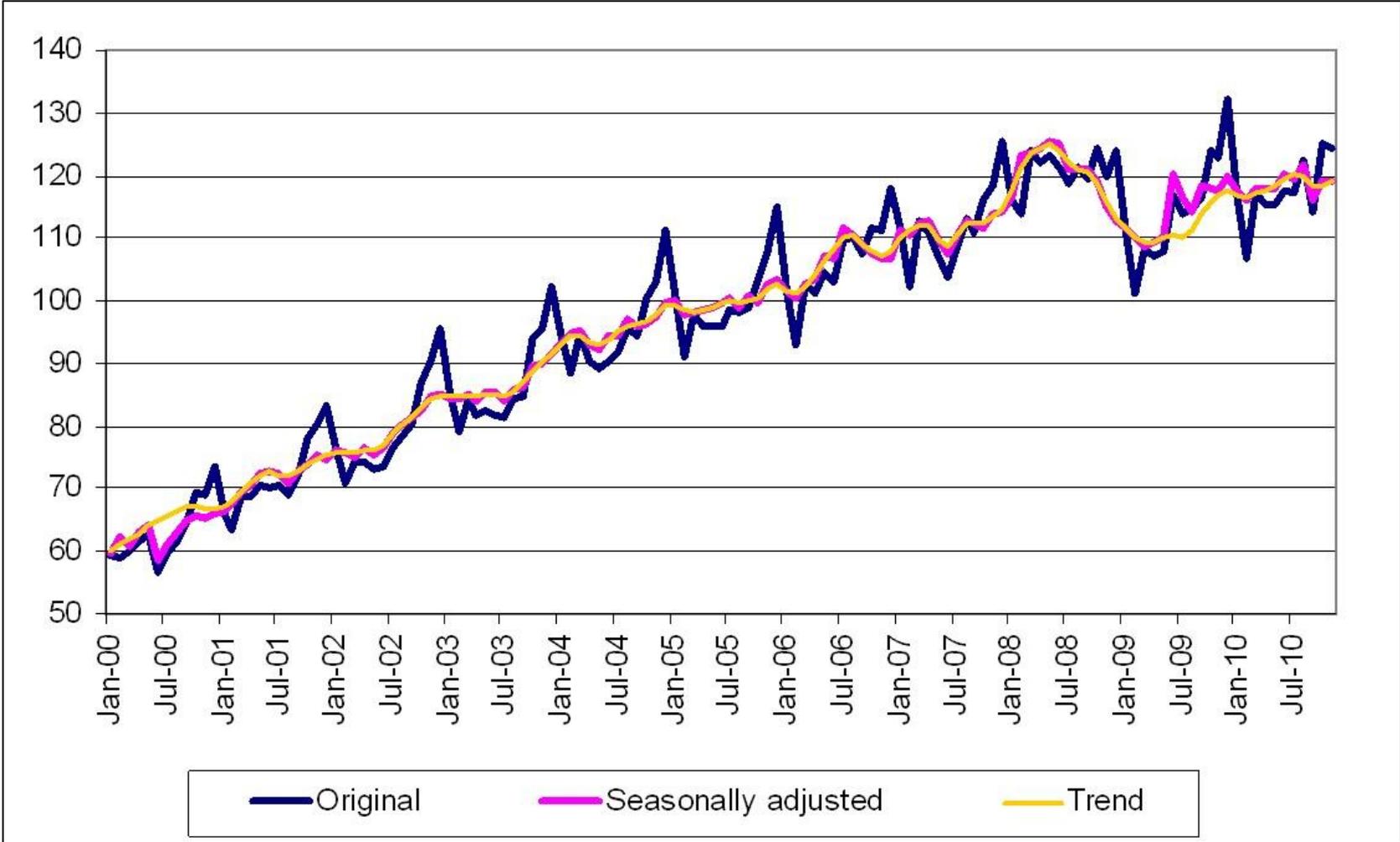
Из графика видно, что кривая прогнозов продаж по сравнению с кривой фактических продаж представляет собой более плавную линию (сглаженную тенденцию).

Одним из статистических методов прогнозирования является расчет **прогнозов на основе сезонных колебаний уровней динамического ряда.**

При этом под сезонными колебаниями понимаются такие изменения уровня динамического ряда, которые вызываются влияниями времени года.

Проявляются они с различной интенсивностью во всех сферах жизни общества: производстве, обращении и потреблении.

Их роль очень велика в торговле продуктами питания, на транспорте и др. Сезонные колебания строго цикличны – повторяются через каждый год, хотя сама длительность времен года имеет колебания.



Прогнозирование **методом линейной регрессии** - является одним из наиболее широко применяемых формализованных методов прогнозирования. Метод базируется на взаимосвязи (линейной зависимости) факторного и результативного показателя:

$$Y(x) = a + bx$$

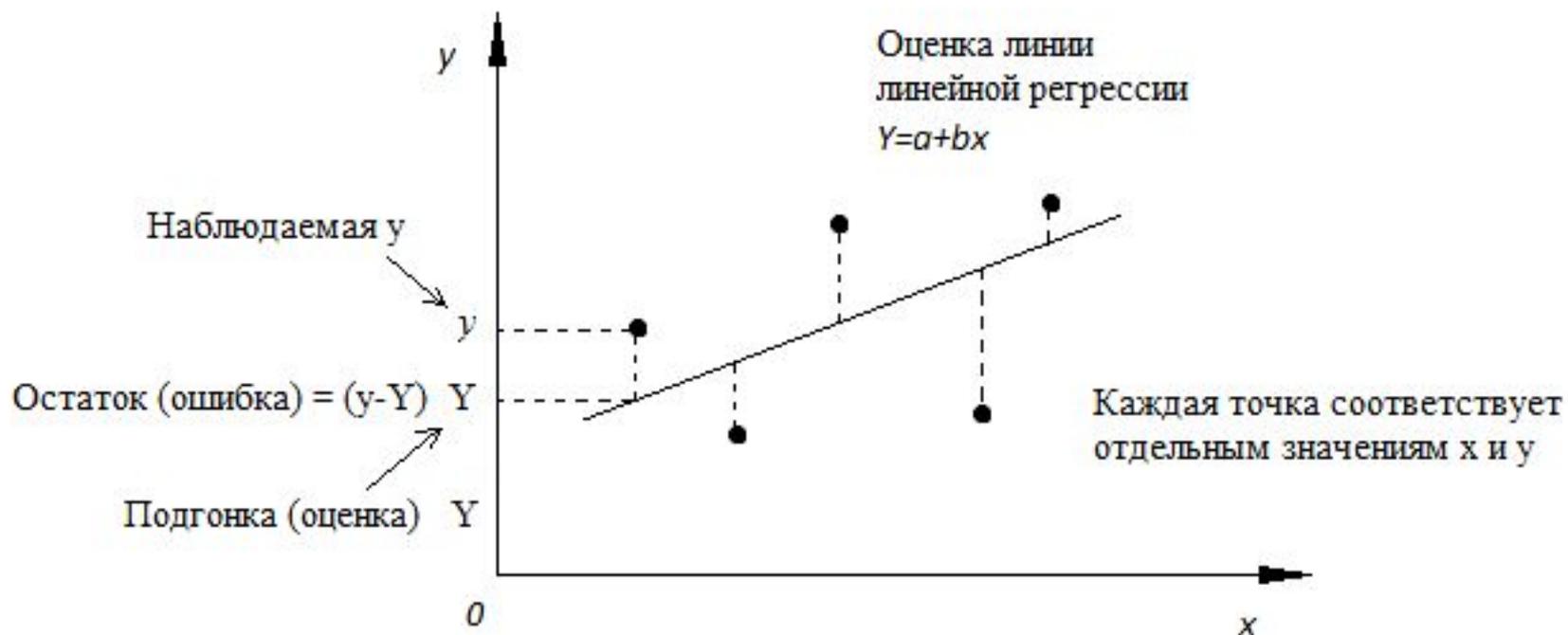
где  $a$  и  $b$  – параметры модели.

Статистическое использование слова "регрессия" исходит из явления, известного как регрессия к среднему, приписываемого сэру Френсису Гальтону (1889).

Он показал, что, хотя высокие отцы имеют тенденцию иметь высоких сыновей, средний рост сыновей меньше, чем у их высоких отцов. Средний рост сыновей "регрессировал" и "двигался вспять" к среднему росту всех отцов в популяции. Таким образом, в среднем высокие отцы имеют более низких (но всё-таки высоких) сыновей, а низкие отцы имеют сыновей более высоких (но всё-таки довольно низких).

Наиболее простым методом определения коэффициентов  $a$  и  $b$

является **метод наименьших квадратов (МНК)**, который был разработан К. Гауссом в 1794—1795 гг. Линию лучшей подгонки выбирают так, чтобы сумма квадратов остатков была минимальной.



## Методы моделирования

**Методы моделирования** - наиболее сложный способ прогнозирования, состоящий из разнообразных подходов к прогнозированию сложных процессов и явлений.

В общем виде задачу одноцелевого прогноза состояния фирмы в будущем можно представить как функцию (F) поочередного описания модели допустимых будущих значений переменных параметров ее деятельности (B):

$$B = F[x(t), y(t), z(t), t],$$

где **x** — переменные прогнозируемого параметра, рассматриваемые как управляемые:

**y** - переменные параметра, рассматриваемые как условия;

**z** - начальное значение прогнозируемого параметра деятельности предприятия, принятое за базу.

Моделирование позволяет выявить причинную обусловленность параметров системы и дать **функциональную, точечную и интервальную** оценку.

## Задание

1. Задать несколько пар произвольных значений  $x$  и  $y$ .
2. Построить график  $y=f(x)$ .
3. Определить линейный и квадратичный тренды.
4. Сделать прогноз на произвольное значение  $x$ .