

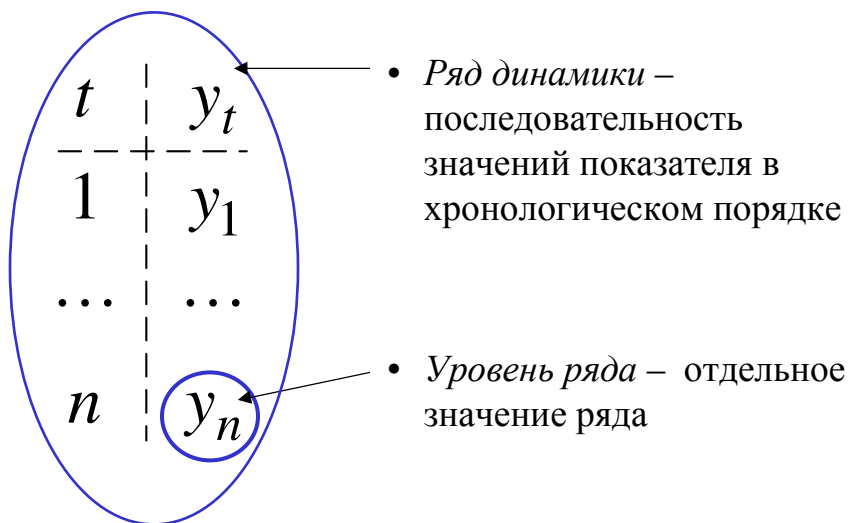
ДИНАМИКА

*The difference
between a good haircut
and a bad haircut
is about a week*

Динамика: Определение

- развитие социально-экономического явления во времени
- изменение значения признака в хронологическом порядке
- *изменение во времени*
 - [Gr. δύναμις – сила]
 - » СК «Динамо», динамо-машина, динамит, динамометр, динамик
 - [E. *dynamics* – (1) движущая сила (источник движения)
 - (2) движение (вызванное силой), изменение]
 - » Динамика – раздел механики (силы и движение)

Ряд динамики



Привязка ко времени

Интервальные ряды:

- количество событий за *интервал* (период) времени
- скорость, темп

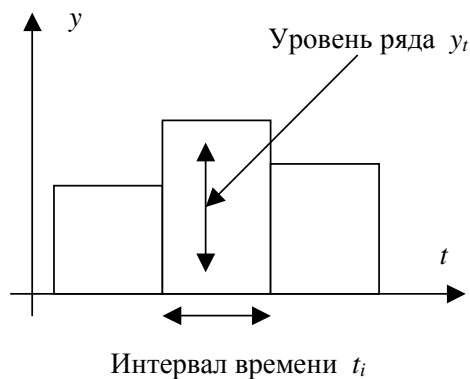
Моментные ряды:

- состояние на некоторый *момент* времени
 - интегральная суммарная характеристика
-
- число вкладов, открытых в течение месяца

- общее число вкладов в банке на начало каждого месяца

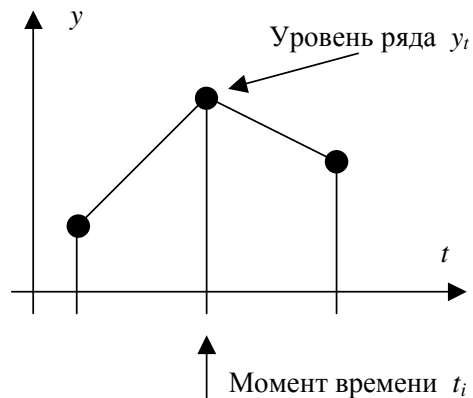
Интервальный ряд

- Данные привязаны к интервалу времени
 - Изображение столбиками



Моментный ряд

- Данные привязаны к моментам времени
 - Изображение точками, линиями, трапециями



Производная и интеграл

*Интервальный ряд –
производная
моментного ряда*

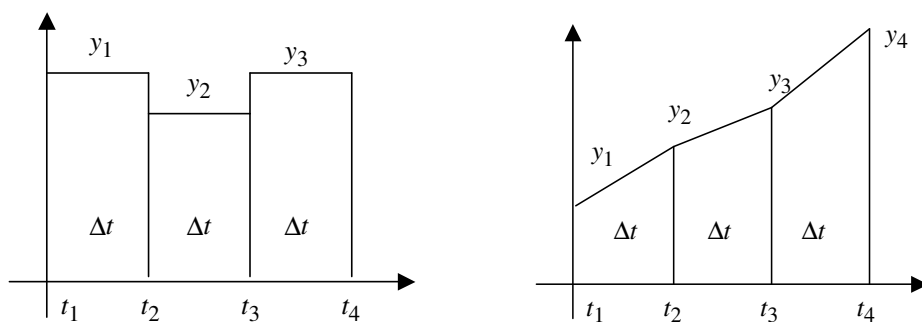
*Моментный ряд –
интеграл от
интервального ряда*

Если суммировать
уровни интервального
ряда с учетом
«начальных условий»,
получится моментный
ряд.

Суммировать уровни
моментного ряда
НЕЛЬЗЯ (двойной
интеграл)

Интервальные и моментные ряды

производная и интеграл



Средний уровень ряда

Средний уровень ряда

- Четыре метода вычисления среднего

Уровни \ Ряды	Интервальные	Моментные
	Равноотстоящие	Неравноотстоящие
Равноотстоящие		
Неравноотстоящие		

Использование средних

- Средний показатель – основа для
 - анализа
 - прогнозирования
 - принятия решения
- Погрешности оценки средних
 - Завышенная оценка → излишние запасы, замороженные средства
 - Заниженная оценка → нехватка ресурсов
- Последствия – снижение рентабельности:
 - дополнительные издержки
 - упущенная выгода

Средний уровень: Равная площадь

- Среднее по времени вычисляется через интеграл

$$\bar{y} = \frac{S}{T} = \frac{1}{T} \int_0^T y(t) dt \quad S = \bar{y} \cdot T$$

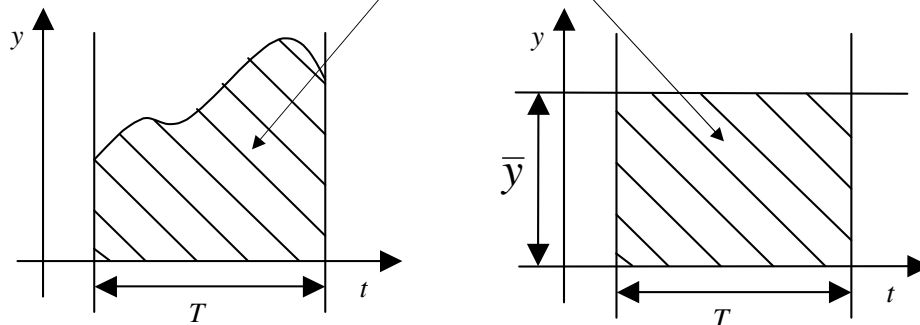
- Геометрический смысл интеграла: площадь под графиком
- Геометрический смысл среднего: высота эквивалентного по площади прямоугольника с таким же основанием: «*площадь на основание*»

Средний уровень: Равная площадь

$$S_1 = \int_0^T y(t) dt$$

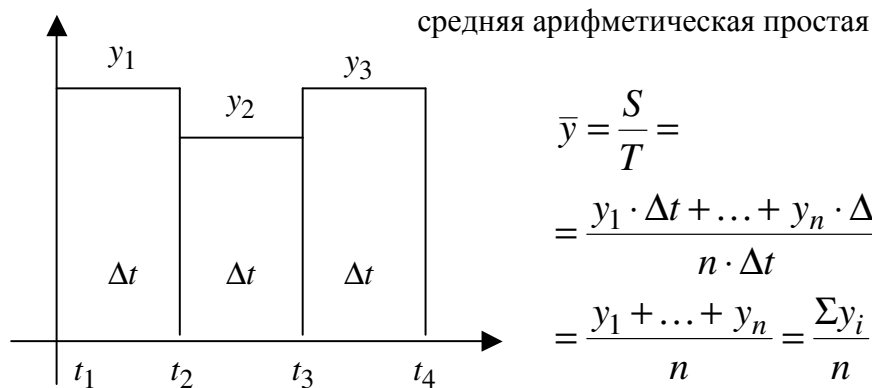
$$S_1 = S_2$$

$$S_2 = \bar{y} \cdot T$$



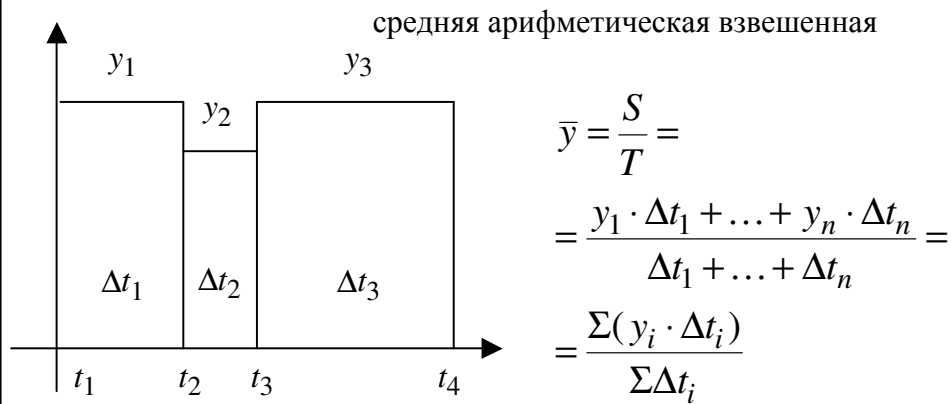
Интервальный ряд с равноотстоящими уровнями

- Площадь фигуры под графиком = сумма площадей прямоугольников



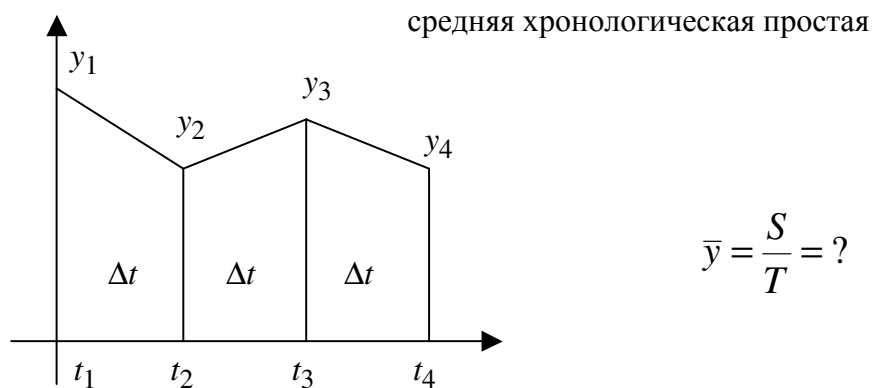
Интервальный ряд с неравноотстоящими уровнями

- Площадь фигуры под графиком = сумма площадей прямоугольников



Моментный ряд с равноотстоящими уровнями

- Площадь фигуры под графиком = сумма площадей трапеций

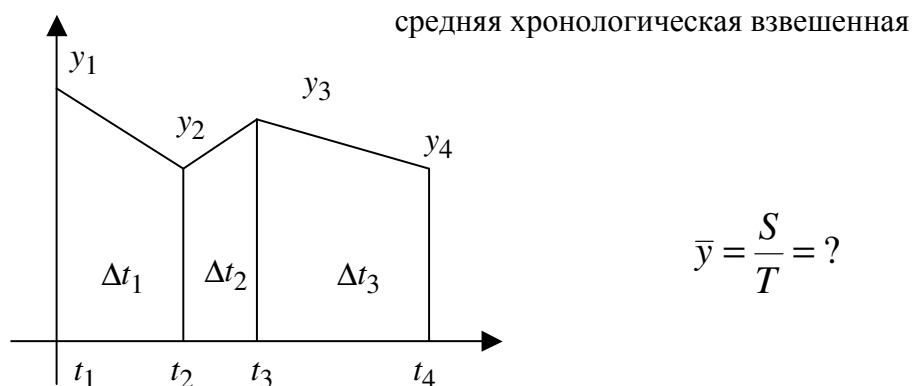


Средняя хронологическая простая

$$\begin{aligned} \bar{y} &= \frac{S}{T} = \\ &= \frac{\frac{y_1 + y_2}{2} \cdot \Delta t + \dots + \frac{y_{n-1} + y_n}{2} \cdot \Delta t}{(n-1) \cdot \Delta t} = \\ &= \frac{\frac{y_1 + y_2}{2} + \frac{y_2 + y_3}{2} + \dots + \frac{y_{n-2} + y_{n-1}}{2} + \frac{y_{n-1} + y_n}{2}}{n-1} = \\ &= \frac{\frac{y_1}{2} + y_2 + \dots + y_{n-1} + \frac{y_n}{2}}{n-1} \end{aligned}$$

Моментный ряд с неравноотстоящими уровнями

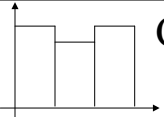
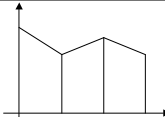
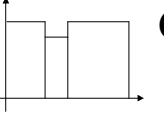
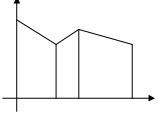
- Площадь фигуры под графиком = сумма площадей трапеций



Средняя хронологическая взвешенная

$$\bar{y} = \frac{S}{T} = \frac{\frac{y_1 + y_2}{2} \cdot \Delta t_1 + \dots + \frac{y_{n-1} + y_n}{2} \cdot \Delta t_{n-1}}{\Delta t_1 + \dots + \Delta t_{n-1}}$$

Средний уровень ряда

Ряды Ур.	Интервальные	Моментные
Равноотстоящие	 С.А.П. $\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$	 С.Х.П. $\bar{y} = \frac{\frac{y_1 + y_2}{2} + y_2 + \dots + y_{n-1} + \frac{y_n + y_{n-1}}{2}}{n-1}$
Неравноотстоящие	 С.А.В. $\bar{y} = \frac{\sum (y_i \cdot \Delta t_i)}{\sum \Delta t_i}$	 С.Х.В. $\bar{y} = \frac{\frac{y_1 + y_2}{2} \cdot \Delta t_1 + \dots + \frac{y_{n-1} + y_n}{2} \cdot \Delta t_{n-1}}{\Delta t_1 + \dots + \Delta t_{n-1}}$

Показатели динамики

Показатели динамики

- цепные и базисные
- абсолютные и относительные
- текущие и средние

Изменение – сравнение

- Динамика – это изменение во времени
- Изменение признака:
 - сравнение с предыдущим уровнем
 - *цепные* показатели динамики (образуют цепочку показателей):
«за ... год», «за месяц»

$$y_t \Leftrightarrow y_{t-1}$$

- сравнение с базовым уровнем
 - *базисные* показатели динамики:
«с начала года», «по сравнению с ...»

$$y_t \Leftrightarrow y_1$$

Абсолютный прирост

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$$

$$\Delta y_t = y_t - y_1$$

Коэффициент роста

$$K_p = \frac{y_t}{y_1}$$

$$K_p = \frac{y_t}{y_{t-1}}$$

- используется, если отношение больше единицы

Темп роста

$$T_p = \frac{y_t}{y_1} \cdot 100\% \qquad T_p = \frac{y_t}{y_{t-1}} \cdot 100\%$$

- используется, если отношение меньше единицы

Темп прироста

$$T_{\text{пр}} = \frac{\Delta y_t}{y_1} \cdot 100\% = \frac{y_t - y_1}{y_1} \cdot 100\%$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{\Delta y_t}{y_{t-1}} \cdot 100\% = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} \cdot 100\%$$

Мнемоника

$$T_p = \frac{y_t}{y_1} \cdot 100\%$$


- Рост – полный рост (полное значение)
- Прирост – *прибавка* к *росту* (разница)

$$T_{\text{пр}} = \frac{\Delta y_t}{y_1} \cdot 100\%$$

Задача

- Как связаны между собой K_p , T_p , $T_{\text{пр}}$?

$$K_p = \dots T_p \dots$$

$$T_p = \dots T_{\text{пр}} \dots$$

Задача

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Прием студентов увеличился на 500 человек ...• Добыто нефти в 1,6 раза больше ...• ВВП составил 90% прошлогодного уровня• Курс доллара составил 23,67 ...• Посещаемость возросла на 23% ... | <ul style="list-style-type: none">• y_t• Δy• K_p• T_p• $T_{пр}$ |
|---|--|

Компоненты ряда динамики

Компоненты ряда динамики

- (1) тренд
- (2) колебания
 - сезонные
 - циклические (конъюнктурные)
- (3) случайная (нерегулярная) составляющая

Тренд: *T (Trend)*

- Тренд, тенденция, общее направление развития, общий характер процесса

[Л. *tendere* – тянуться, стремиться]

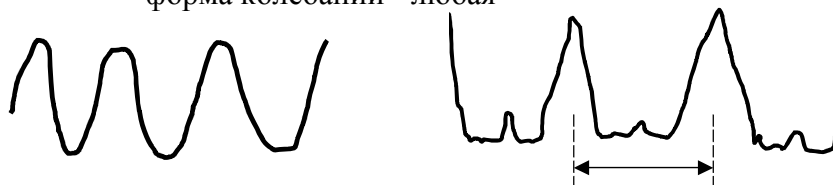
[Гмс. *trend, trund* – крутиться, катиться]

[Е. *round* – круг]



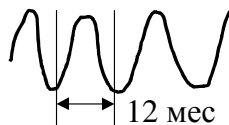
Колебания

- повторение значений с определенным периодом
- регулярные изменения через определенные промежутки времени
- периодические отклонения от линии тренда
 - форма колебаний - любая



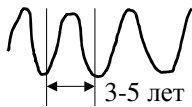
Сезонные колебания: *S (Season)*

- Связаны с периодичностью природных явлений
 - Смена времен года с периодом 12 месяцев
 - Колебания температуры в течение суток
 - Приливы и отливы
 - Число аварий в течение недели



Циклические (конъюнктурные) колебания: *C* (*Cycle*)

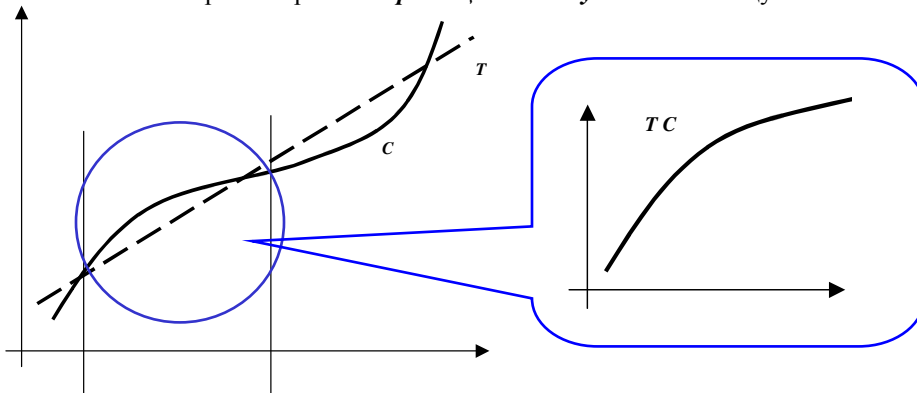
- связаны с изменением экономической или политической обстановки
 - подъемы и спады экономики
 - периодическая смена правящей партии, влияющая на экономику через законодательство, квоты, льготы
- *Конъюнктура* – текущая ситуация, обстановка, стечение обстоятельств, сложившееся положение, условия
 - [*L. com* (вместе) + *jungere* (объединить) = сложившиеся обстоятельства]



» конъюнкция (матем.) – логическое объединение высказываний, операция "И"

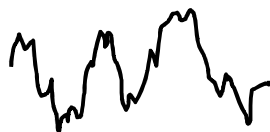
Тренд-цикл: *ТС*

- Если период наблюдения меньше периода колебания, нельзя отделить тренд и циклические колебания
- Можно рассматривать *тренд-циклическую* составляющую



Случайная (нерегулярная) составляющая: *E (random Error)*

- Случайная (нерегулярная) составляющая – случайные, непредсказуемые изменения параметра под действием большого числа второстепенных факторов
- внезапные изменения, например, из-за стихийных бедствий



Модели рядов динамики

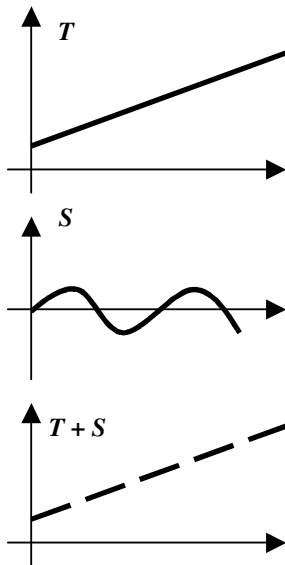
- аддитивная (сумма)
 - [E. *add* – складывать, прибавлять]

$$y_t = T + S + E$$

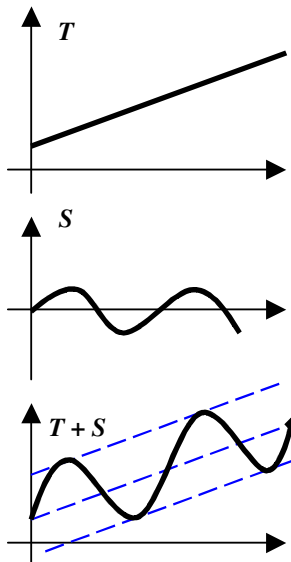
- мультипликативная (произведение)
 - [E. *multiply* – умножать]

$$y_t = T \cdot S \cdot E$$

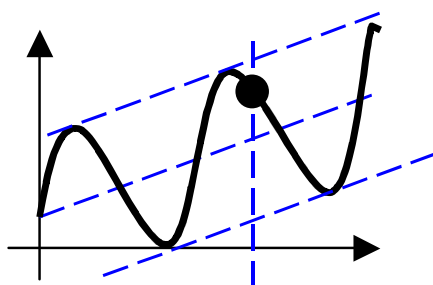
Задача: Аддитивная модель



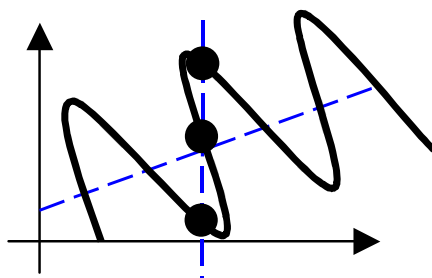
Задача: Аддитивная модель



Правильно:

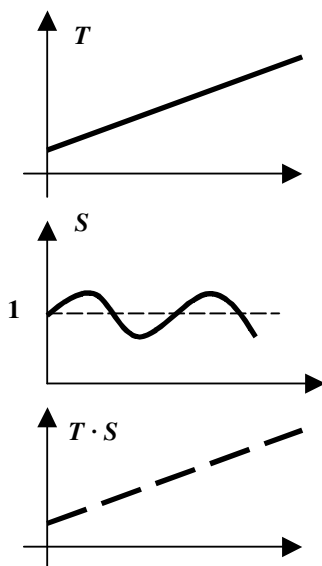


Неправильно:

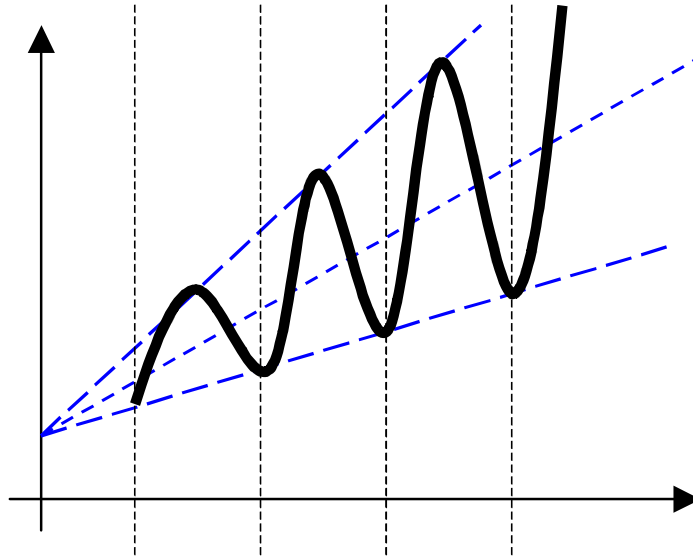


Ряд динамики – последовательность значений в
хронологическом порядке

Задача: Мультипликативная модель



Задача: Мультипликативная модель



Анализ рядов динамики

- выделение компонентов динамики
 - Анализ - изучение путем деления на составные части
 - [Gr. $\alpha\nu\alpha\lambda\upsilon\sigma\eta$, *analysis* = *ana-* (вверх) + *luain* (ослабить, освободить) = делить, разбирать]
- Тренд изучается путем усреднения, *сглаживания*, выравнивания ряда:
 - механическое выравнивание
 - скользящая средняя
 - аналитическое выравнивание
 - уравнение тренда

Скользящая средняя

Механическое выравнивание

Скользящая средняя

- Moving Average (MA)
 - среднее значение за интервал фиксированной длины, причем начало интервала сдвигается ("скользит") по времени
 - среднее значение «привязывают» к середине или концу интервала
 - начало интервала сдвигают на один шаг по времени
 - Интервал сглаживания должен быть не слишком коротким, чтобы убрать случайные отклонения, и не слишком длинным, чтобы сохранить тенденцию

Скользящая средняя простая

$$\bar{y}_2 = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}$$

$$\bar{y}_3 = \frac{y_2 + y_3 + y_4}{3}$$

$$\bar{y}_{n-1} = \frac{y_{n-2} + y_{n-1} + y_n}{3}$$

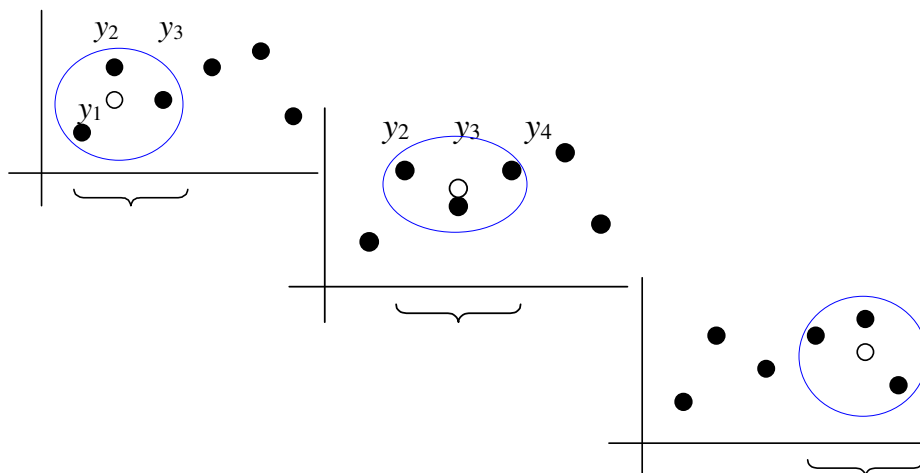
Вычисление С.С.

t	y_t	$\bar{y}_t$
1	10	—
2	20	15
3	15	21,7
4	30	
...		

Первые и последние уровни теряются

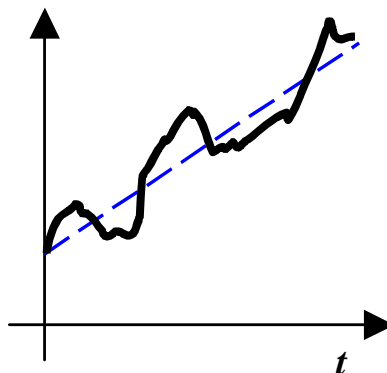
Сглаженный ряд короче

Скользящая средняя



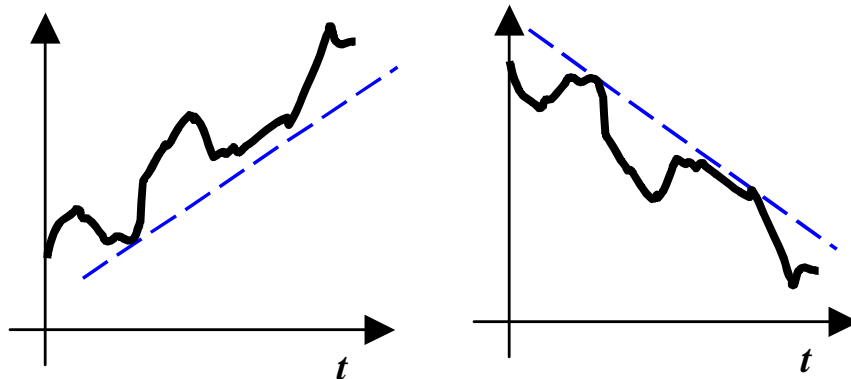
Привязка С.С.

- Скользящее среднее можно отнести
 - к середине интервала (ближайшему отсчету)
 - линия регрессии

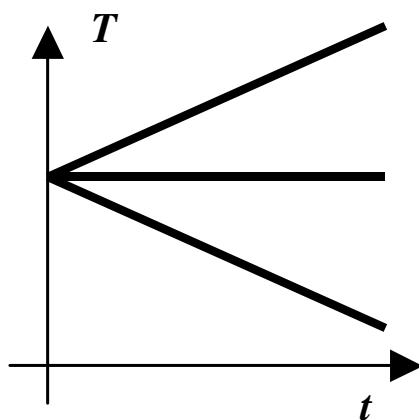


Привязка С.С. к концу интервала

- линия тренда (поддержка – сопротивление)



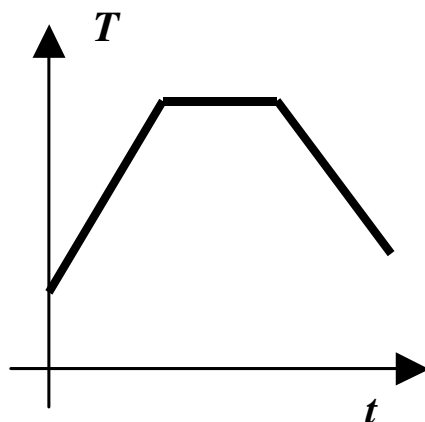
Направление тренда



- растущий
повышательный
up-trend
- боковой
отсутствие тренда
flat, no trend
- падающий
понижательный
down-trend

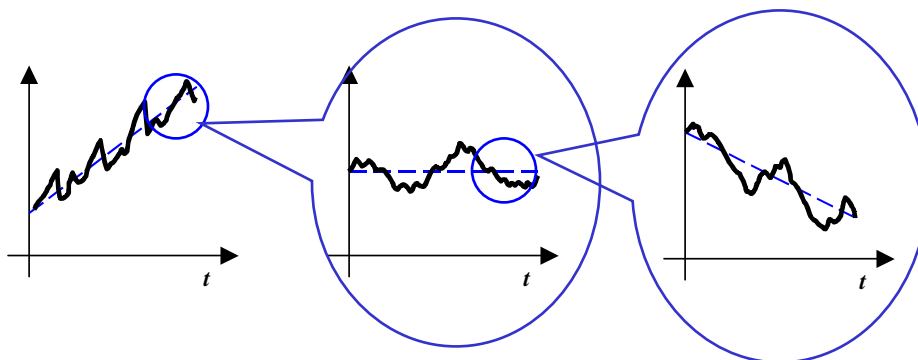
Направление тренда

– изменяется со временем



Направление тренда

– изменяется при изменении масштаба



Индекс РТС (04-12.03.2008)



Домашнее задание

- Направление тренда на графиках фондовых индексов ММВБ и РТС
 - <http://www.micex.ru>
 - <http://www.rts.ru>
- Изменение направления тренда
 - от времени
 - от масштаба

Скользящая средняя взвешенная

Weighted Moving Average

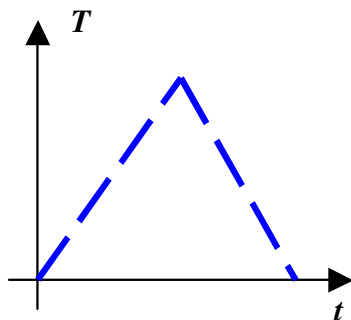
$$\bar{y}_2 = \frac{w_1 y_1 + w_2 y_2 + w_3 y_3}{w_1 + w_2 + w_3}$$

$$\bar{y}_t = \frac{\sum w_i y_i}{\sum w_i}$$

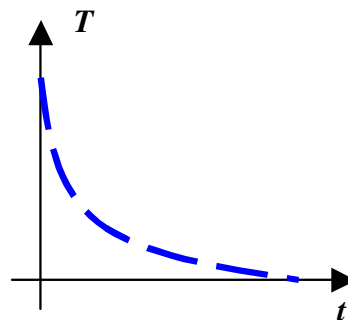
Весовые коэффициенты

- Сглаживающее окно (*smoothing window*)

Треугольное



Экспоненциальное



Биномиальные вес. к-ты

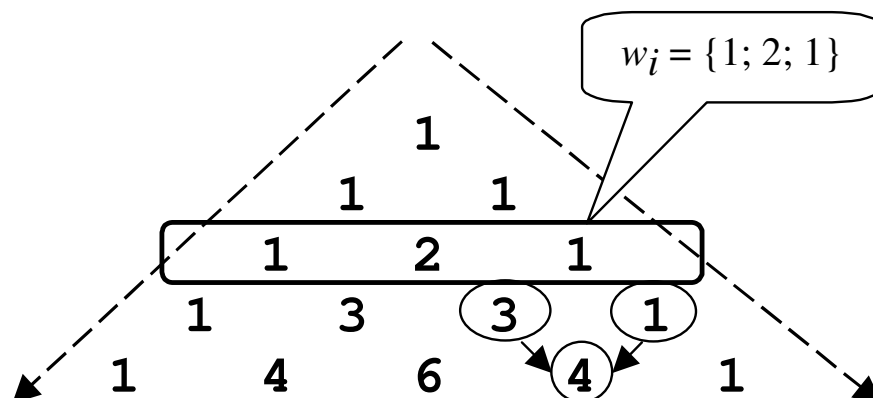
$$\bar{y}_t = \frac{y_{t-1} + 2y_t + y_{t+1}}{4} = \frac{\sum w \cdot y_t}{\sum w}$$

$$\bar{y}_2 = ?$$

$$\bar{y}_3 = ?$$

$$\bar{y}_4 = ?$$

Биномиальные вес. к-ты



Экспоненциально взвешенная скользящая средняя

Exponentially Weighted Moving Average (EWMA, EMA)

$$\bar{y} = \frac{\sum w_i y_i}{\sum w_i}$$

$$w_t = e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Скользящая медиана

Moving Median

- Не требует вычислений
- Удобна для ручной обработки
- Не чувствительна к аномалиям и выбросам

Домашнее задание

- применение скользящей средней в трейдинге
 - торговые стратегии
 - «Аллигатор»
 - полосы Боллинджера
 - «конверт»
 - гистограмма MACD

Уравнение тренда

Аналитическое выравнивание

Уравнение тренда

Уравнение тренда строят методами
регрессионного анализа

Линейный тренд описывается с помощью
линейного уравнения относительно времени

$$y(t) = a + b \cdot t$$

Задача

Система нормальных уравнений (МНК)

$$y(t) = a + b \cdot t$$

$$R: \quad ? \quad ?$$

$$\begin{cases} \Sigma \dots = \dots \\ \Sigma \dots = \dots \end{cases}$$

Задача

Система нормальных уравнений (МНК)

$$y(t) = a + b \cdot t$$

$$\begin{cases} \Sigma y = an + b \Sigma t \\ \Sigma yt = a \Sigma t + b \Sigma t^2 \end{cases}$$

Упрощение расчетов

Вычисления упрощаются, если сместить начало координат в середину ряда

$$t^* = t - \bar{t} : \{ \dots; -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3; \dots \}$$

$$\Sigma t^* = 0 \quad \begin{cases} a^* n = \Sigma y & \Rightarrow \hat{a}^* \\ b \Sigma t^{*2} = \Sigma yt^* & \Rightarrow \hat{b} \end{cases}$$

$$a = \dots a^* \quad ?$$