



**Ряды динамики и их  
применение в анализе  
социально-экономических  
явлений**

# Вопросы лекции

- 1.** Понятие, виды и основные задачи рядов динамики, их роль в анализе статистических данных.
- 2.** Правила построения рядов динамики и их характеристика. Смыкание рядов динамики и его необходимость.
- 3.** Методы анализа динамических рядов.
- 4.** Методы анализа основной тенденции развития в рядах динамики: укрупнение интервалов, скользящая средняя и аналитическое выравнивание.
- 5.** Сущность и значение сезонных колебаний.
- 6.** Статистические методы изучения сезонных колебаний.
- 7.** Экстраполяция в рядах динамики

# 1. Понятие, виды и основные задачи рядов динамики, их роль в анализе статистических данных.

**Ряд динамики** – это числовые значения статистических показателей, изменяющихся во времени и расположенных в хронологической последовательности.

Ряд динамики включает **2 обязательных элемента**:

- период времени, за который или по состоянию на который приводятся цифровые значения (**показатель времени  $t$** );
- конкретные числовые значения показателя, характеризующие изучаемый объект или явление (**уровни ряда  $y$** ).

# Классификация рядов динамики:

- **по форме представления уровней** - ряды абсолютных, относительных или средних величин;
- **по интервалам времени или по расстоянию между уровнями** - равномерные и неравномерные (полные и неполные);
- **по наличию основной тенденции изучаемого процесса** - стационарные и нестационарные ряды;
- **по показателю времени** - моментные и интервальные.

# Классификация рядов динамики:

**Интервальный ряд динамики** отображает итоги развития изучаемых явлений за отдельные периоды или интервалы времени. Сумма уровней интервального ряда дает вполне реальную статистическую величину, так называемые *накопленные итоги*.

Период	2015 год	2016 год	2017 год
Пассажиры метрополитена города, млн. чел.	5180	5230	5115

**Моментные ряды динамики** отображают состояние изучаемого явления на определённую дату времени. Сумма уровней моментного ряда не имеет реального содержания, а в основной части представляет собой повторный счет.

Дата	31.12.2013	31.12.2014	31.12.2015	31.12.2016
Численность населения, тыс. чел.	890,7	883,5	860,3	850

# Правила построения рядов динамики и их характеристика:

- 1. Сопоставимость по кругу охватываемых явлений*
- 2. Сопоставимость по времени регистрации*
- 3. Сопоставимость по территории*
- 4. Сопоставимость по методологии расчетов*
- 5. Сопоставимость по ценам.*

# Смыкание рядов динамики и его необходимость:

Смыкание может быть произведено **двумя способами**:

**Первый (абсолютный способ)** – данные за предыдущие периоды умножаются на **коэффициент перехода или приведения**, равный отношению новых и прежних показателей «переломного» момента времени, когда произошло пересечение показателей в новых и старых границах или изменилось условие формирования уровней ряда.

**Второй (относительный способ)** – уровень переходного периода принимается для второй части ряда за 100%, и от этого уровня определяются показатели вперед и назад. При этом получается сопоставимый ряд относительных величин.

# Методы анализа динамических рядов:

## 1. Абсолютный прирост (абсолютное изменение).

Определяется как разность между двумя уровнями динамического ряда и показывает, на сколько единиц данный уровень ряда превышает уровень другого периода.

а) базисный  $\Delta_y^b = y_i - y_0$

б) цепной  $\Delta_y^c = y_i - y_{i-1}$

где  $y_i$  - уровень сравниваемого периода;

$y_{i-1}$  - уровень предшествующего периода;

$y_0$  - уровень базисного периода.



# Методы анализа динамических рядов:

## 2. Темп роста.

Определяется как отношение двух сравниваемых уровней и показывает, во сколько раз данный уровень превышает уровень базисного периода

а) базисный 
$$T_p^{\bar{b}} = \frac{y_1}{y_0} \cdot 100\%$$

б) цепной 
$$T_p^{\bar{ц}} = \frac{y_i}{y_{i-1}} \cdot 100\%$$

# Методы анализа динамических рядов:

## 3. Темп прироста.

Или темп сокращения (темпер изменения уровней) показывает, на сколько % уровень данного периода больше, или меньше определённого уровня, характеризует относительную скорость изменения уровня ряда в единицу времени.

Можно рассчитать **2 способами**:

- 1). Как разность между темпом роста и 100%
- 2). Как отношение абсолютного прироста к уровню

$$а) \text{ базисный } T_{\text{ПР}}^{\text{б}} = \frac{y_i - y_0}{y_0} \cdot 100\% = \frac{\Delta y}{y_0} \cdot 100\%$$

$$б) \text{ цепной } T_{\text{ПР}}^{\text{ц}} = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} \cdot 100\% = \frac{\Delta y}{y_{i-1}} \cdot 100\%$$

# Методы анализа динамических рядов:

## 4. Темп наращивания (пункт роста).

Рассчитывается делением цепных абсолютных приростов на уровень, принятый за постоянную базу сравнения.

$$T_H = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_0} \cdot 100\% = \frac{\Delta_y^u}{y_0} \cdot 100\%$$

# Методы анализа динамических рядов:

## 5. Абсолютное значение одного процента прироста.

Чтобы знать, что скрывается за каждым процентом прироста, рассчитывается **абсолютное значение 1% прироста** как отношение абсолютного прироста уровня за интервал времени к темпу прироста за тот же промежуток времени:

$$A\% = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} \cdot 100\% \quad \text{или} \quad A\% = \frac{\Delta_y^u}{T_{np}} \cdot 100\%$$

# Средние показатели ряда динамики :

## Средний абсолютный прирост

цепной  $\bar{\Delta} = \frac{\sum \Delta_y^y}{n-1},$

базисный  $\bar{\Delta} = \frac{y_n - y_1}{n-1},$

## Средний темп роста

базисный  $\bar{T}_p = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \cdot 100\%$

цепной  $\bar{T}_p = \sqrt[n-1]{\prod T_p^y} \cdot 100\%$

# Средние показатели ряда динамики :

## Средние уровни ряда

а) по интервальному динамическому ряду из абсолютных величин с равными интервалами средний уровень определяется по средней арифметической простой из уровней ряда:

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

б) для интервального ряда с разными промежутками времени между уровнями используется формула средняя арифметическая взвешенная, где в качестве весовых коэффициентов используется продолжительность интервалов времени между уровнями:

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

в) для моментного равно отстающего ряда используется формула средняя хронологическая:

$$\bar{y}_{\text{хрон}} = \frac{\frac{1}{2}y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} + \frac{1}{2}y_n}{n-1}$$

# Методы анализа основной тенденции развития в рядах динамики:

**Основной тенденцией развития** называется плавное и устойчивое изменение уровня явления во времени, свободное от случайных колебаний. Задача состоит в том, чтобы выявить общую тенденцию в изменении уровней ряда, освобождённую от действия различных факторов.

Изучение тренда включает **два основных этапа**:

1. Ряд динамики проверяется на наличие тренда;
2. Производится выравнивание временного ряда и непосредственное выделение тренда с экстраполяцией полученных результатов.

# Методы анализа основной тенденции развития в рядах динамики:

С этой целью ряды динамики подвергаются обработке **методами:**

- 1) укрупнения интервалов
- 2) скользящей средней
- 3) аналитического выравнивания



# Методы анализа основной тенденции развития в рядах динамики:

## 1. Метод укрупнения интервалов.

Одним из наиболее элементарных способов изучения общей тенденции в ряду динамики является укрупнение интервалов. Этот способ основан на укрупнении периодов, к которым относятся уровни ряда динамики. Например, преобразование месячных периодов в квартальные, квартальные в годовые и т. д.

## 2. Метод скользящей средней.

Выявление общей тенденции ряда динамики можно произвести путем сглаживания ряда динамики с помощью скользящей средней.

**Скользящая средняя** – подвижная динамическая средняя, которая рассчитывается по ряду при последовательном передвижении на один интервал, т.е. сначала вычисляют средний уровень из определенного числа первых по порядку уровней ряда, затем - средний уровень из такого же числа членов, начиная со второго. Таким образом, средняя как бы скользит по ряду динамики от его начала к концу, каждый раз отбрасывая один уровень в начале и добавляя один следующий. Скользящие средние с продолжительностью периода, равной  $z$ , следующие:

$$\bar{y}_1 = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}; \quad \bar{y}_2 = \frac{y_2 + y_3 + y_4}{3}; \quad \bar{y}_3 = \frac{y_3 + y_4 + y_5}{3} \text{ и т.д.}$$

# Методы анализа основной тенденции развития в рядах динамики:

## 3. Метод аналитического выравнивания.

Более совершенным приемом изучения общей тенденции в рядах динамики является **аналитическое выравнивание**. При изучении общей тенденции методом аналитического выравнивания исходят из того, что изменения уровней ряда динамики могут быть с той или иной степенью точности приближения выражены определенными математическими функциями. Вид уравнения определяется характером динамики развития конкретного явления.

Наиболее часто используются для аналитического выравнивания следующие **виды трендовых моделей**: прямая (линейная), парабола второго порядка, показательная (логарифмическая) кривая, гиперболическая и т.п.

Целью аналитического выравнивания является определение аналитической или графической зависимости. На практике по имеющемуся временному ряду задают вид и находят параметры функции, а затем анализируют поведение отклонений от тенденции.

# Сущность и значение сезонных колебаний :

**Сезонные колебания** - более или менее устойчивые изменения уровней ряда на протяжении изучаемого периода: из года в год в определенные месяцы уровень явления повышается, а в другие – снижается.

Сезонные колебания (сезонная неравномерность) чаще всего происходят в добывающих и перерабатывающих отраслях – сельскохозяйственной, рыбной, лесной, а также в строительстве, транспорте, торговле, туризме и т.д.

# Статистические методы изучения сезонных колебаний.

По своему существу все методы анализа сезонности делятся на две группы.

К первой группе относятся методы, с помощью которых определяется и измеряется сезонность непосредственно из эмпирических данных, без особой предварительной их обработки, — **метод простой средней, метод относительных чисел и метод У. Персонса.**

Суть методов второй группы заключается в предварительном определении и исключении общей тенденции развития и в последующем исчислении и количественном измерении сезонных колебаний. К методам анализа сезонности данной группы можно отнести **метод аналитического выравнивания и метод скользящей (подвижной) средней.**

# Индексы сезонности

**Индексами сезонности** являются процентные отношения фактических (эмпирических) внутригрупповых уровней к теоретическим расчётным уровням, выступающих в качестве базы сравнения. Их вычисляют по данным за несколько лет (не менее трёх), распределённым по месяцам или кварталам. Для каждого месяца рассчитывается средняя величина уровня, а затем рассчитывается среднемесячный уровень для всего ряда, %:

$$I_S = \frac{\bar{y}_i}{\bar{y}_o} * 100\%,$$

где  $\bar{y}_i = \frac{\sum y_i}{n}$  — осредненные эмпирические уровни ряда по одноименным периодам (месяцам или кварталам);

$$\bar{y}_o = \frac{\sum \bar{y}_i}{n} \text{ или } \bar{y}_o = \frac{\sum \sum y_i}{\sum n_i} - \text{общий средний уровень ряда.}$$

# Индексы сезонности

Обобщающим показателем силы колеблемости динамического ряда из-за сезонного характера производства или обращения служит **среднее квадратическое отклонение индексов сезонности**, т.е.:

$$\sigma_{сез.} = \sqrt{\frac{\sum (i_{сез.} - 100)^2}{12}}$$

# Экстраполяция в рядах динамики

Основой большинства методов прогнозирования является **экстраполяция тенденции**, связанная с распространением закономерностей, связей и соотношений, действующих в изучаемом периоде за его пределы или, другими словами, это получение представлений о будущем на основе информации, относящейся к прошлому и настоящему.

Экстраполяция, проводимая в будущее - это перспектива, а в прошлое – ретроспектива.

**Упрощенные приемы** целесообразны при недостаточной информации о предыстории развития явления (нет достаточно длинного динамического ряда или информация задана только двумя точками: на начало и конец периода). Упрощенные приемы основываются на средних показателях динамики и можно выделить:

## ***Метод среднего абсолютного прироста***

Для нахождения интересующего нас аналитического выражения тенденции на любую дату  $t$  необходимо определить средний абсолютный прирост и последовательно прибавить его к последнему уровню ряда столько раз, на сколько периодов экстраполируется ряд.

$$\overline{y_{i+t}} = y_i + \overline{\Delta t}$$

# Экстраполяция в рядах динамики

## *Метод среднего темпа роста*

Осуществляется, когда общая тенденция характеризуется показательной кривой

$$\overline{y_{i+t}} = y_i \cdot \bar{k}$$

## *Выравнивание рядов по какой-либо аналитической формуле*

Экстраполяция дает возможность получить точечное значение прогнозов. Точное совпадение фактических данных и прогнозных точечных оценок полученных путем экстраполяции кривых имеет малую вероятность. Любой статистический прогноз носит приближенный характер, поэтому целесообразно определение доверительных интервалов прогноза:

$$\overline{y_{i+t}} \pm t_a \cdot S_{\square y}, \quad \overline{y_{i+t}} \pm t_a \sqrt{\frac{\sum (y_i - y_t)^2}{n - k}}$$

$t_a$  – коэффициент доверия по распределению Стьюдента при уровне значимости  $a$ ;

$S_{\square y}$  – средняя квадратическая ошибка тренда;

$k$  – число параметров в уравнение;

$y_t$  – расчетное значение уровня.



# Экстраполяция в рядах динамики

**Аналитические методы** основаны на применении метода наименьших квадратов к динамическому ряду и представлении закономерности развития явления во времени в виде уравнения тренда, т.е. математической функции уровней динамического ряда ( $y$ ) от факторного времени ( $t$ ): .

Аналитическое сглаживание позволяет не только определить общую тенденцию изменения явления на рассматриваемом отрезке времени, но и выполнять расчеты для таких периодов, в отношении которых нет исходных данных.

**Адаптивные методы** используются в условиях сильной колеблемости уровней динамического ряда и позволяют при изучении тенденции учитывать степень влияния предыдущих уровней на последующие значения динамического ряда. К адаптивным методам относятся методы скользящих и экспоненциальных средних, метод гармонических весов, методы авторегрессионных преобразований.

Цель адаптивных методов заключается в построении самонастраивающихся моделей, которые способны учитывать информационную ценность различных членов временного ряда и давать достаточно точные оценки будущих членов данного ряда

Спасибо за внимание! Надеюсь такой реакции не было.

