

Тема 6. Статистическое изучение динамики социально-экономических явлений

1. **Понятие и классификация рядов динамики**
2. **Показатели изменения уровней рядов динамики**
3. **Компоненты временных рядов**
4. **Методы анализа тренда в динамических рядах**
5. **Методы анализа периодических колебаний**

Процесс развития, движения социально-экономических явлений во времени в статистике принято называть динамикой.

Составными элементами ряда динамики являются:

- 1) показатели уровней ряда и
- 2) периоды времени (годы, кварталы, месяцы, сутки) или моменты (даты) времени.

Уровни ряда обычно обозначаются через «у», моменты или периоды времени, к которым относятся уровни, - через «t».

Виды рядов динамики

Их можно классифицировать по следующим признакам.

1. По выражению уровня ряда состояния явления
 - **моментные** (на определенные моменты времени (на начало месяца, квартала, года и т. п.)
 - **интервальные ряды динамики** (за определенные интервалы времени (например, за сутки, месяц, год и т. п.).

2. Показатели изменения уровней рядов динамики

На практике для анализа скорости и интенсивности развития (количественной оценки динамики) явлений широко применяются следующие основные аналитические показатели:

Показатели интенсивности

абсолютные приросты,

темпы роста,

темпы прироста.

Средние показатели:

средний уровень ряда (\bar{y})

средний абсолютный прирост ($\bar{\Delta}$)

средний коэффициенты роста /прироста ($\bar{K}_p; \bar{T}_p / \bar{K}_{np}; \bar{T}_{np}$)

Причем каждый из указанных показателей может быть трех видов: цепной, базисный, средний.

Взаимосвязи между цепными и базисными показателями те же, что и между индексами.

1. Сумма цепных абсолютных изменений равна базисному абсолютному изменению.

$$\sum \Delta y_{t \text{ цеп}} = \Delta y_{t \text{ баз}}$$

2. Произведение цепных темпов изменения равно базисному темпу изменения.

$$Kp_{\text{баз}} = \prod Kp_{\text{цеп}} = Kp_1 * Kp_2 * \dots * Kp_t$$

Средние показатели динамики

Средний уровень ряда

При анализе изменений явления во времени на практике часто определяют средние показатели, в том числе *средний уровень ряда* (\bar{y}).

1. Средний уровень ряда определяется по-разному для моментных и интервальных рядов, при этом следует обратить внимание на то, равноотстоящие или неравноотстоящие во времени уровни наблюдаются в ряду динамики.

1. Для *интервальных рядов динамики с равноотстоящими во времени уровнями (полный ряд)* расчет среднего уровня производится по формуле простой средней арифметической:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n}$$

2. В случае *интервальных рядов динамики с не равноотстоящими во времени уровнями (неполный ряд)* для расчета среднего уровня применяется формула взвешенной средней арифметической, где в качестве весовых коэффициентов используется продолжительность интервалов времени между уровнями (число периодов времени, при которых значение уровня не изменяется).

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

3. Для моментных рядов динамики с равноотстоящими во времени уровнями (полный моментный) средний уровень (так называемая средняя хронологическая) находится по формуле

$$\bar{y} = \frac{\frac{y_1 + y_n}{2} + \sum_{t=2}^{n-1} y_t}{n-1},$$

где y_1, y_2, y_n — уровни ряда динамики;

и y_1, y_n — соответственно начальный и конечный уровни ряда;

n — число уровней или длина ряда.

4. В случае *моментных рядов динамики с не равноотстоящими во времени уровнями (неполный моментный)* средний уровень определяется по формуле средней хронологической взвешенной:

$$\bar{y} = \frac{(y_1 + y_2)t_1 + (y_2 + y_3)t_2 + \dots + (y_{n-1} + y_n)t_{n-1}}{2 \sum_{i=1}^{n-1} t_i},$$

где y_1, y_2, \dots, y_n — уровни ряда динамики;

t_i — продолжительность интервала времени между соседними уровнями.

Обобщающим показателем скорости изменения явления во времени является **средний абсолютный прирост**

$$\overline{\Delta_t}$$

Этот показатель дает возможность установить, насколько в среднем за единицу времени должен увеличиваться уровень ряда (в абсолютном выражении), чтобы, отправляясь от начального уровня за данное число периодов (например, лет), достигнуть конечного уровня.

Для его определения, воспользуемся формулой средней арифметической простой:

$$\overline{\Delta y} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \Delta_{y_{i-1}}}{n-1}$$

$$\overline{\Delta y} = \frac{y_n - y_1}{n-1}$$

Сводной обобщающей характеристикой интенсивности изменения уровней ряда динамики служит *средний темп роста*, показывающий, во сколько раз в среднем за единицу времени изменился уровень динамического ряда.

Обычно средний темп роста вычисляется по формуле средней геометрической из цепных коэффициентов роста:

$$\bar{T}_{рy} = \sqrt[n]{K_{2/1} \cdot K_{3/2} \cdot \dots \cdot K_{n/n-1}} = \sqrt[n]{\prod K_{p/i-1}}$$

Следовательно, средний темп роста может быть выражен формулой

$$\bar{T}_{рy} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}$$

При расчете средних темпов роста по периодам различной продолжительности (разноотстоящие ряды динамики) пользуются средними геометрическими взвешенными по продолжительности периодов.

Формула средней геометрической взвешенной будет иметь вид:

$$\bar{T}_{P_y} = \sqrt[\sum t]{(K_{2/1})^{t_1} \cdot (K_{3/2})^{t_2} \cdot \dots \cdot (K_{n/n-1})^{t_n}},$$

где t - интервал времени, в течение которого сохраняется данный темп роста;

$\sum t$ - сумма отрезков времени периода.

Средний темп прироста не может быть определен непосредственно на основании последовательных темпов прироста или показателей среднего абсолютного прироста. Для его вычисления необходимо вначале найти средний темп роста, а затем уменьшить его на единицу, или 100%.

$$\overline{T}_{np} = \overline{T}_p - 1$$

Коэффициент опережения — это отношение последующего темпа роста или прироста к предыдущему:

$$K_{\text{опережения}} = \text{Tr}_t / \text{Tr}_{t-1}$$

Коэффициенты опережения принято рассчитывать в сравнительном анализе нескольких рядов динамики.

3. Компоненты временных рядов

- тренд,
- сезонная компонента,
- циклическая компонента,
- случайная составляющая.

Под *трендом* понимают изменение, определяющее общее направление развития, основную тенденцию временного ряда.

Это систематическая составляющая долговременного действия (влияние эволюционного характера).

Периодические составляющие рядов динамики (влияния осциллятивного характера - это циклические (конъюнктурные) и сезонные колебания).

Если период колебаний не превышает 1 года, то их называют *сезонными*.

Сезонные колебания - это колебания, периодически повторяющиеся в некоторое определенное время каждого года, дня месяца или часа дня.

Эти изменения отчетливо наблюдаются на графиках многих рядов динамики, содержащих данные за период не менее одного года.

Если из временного ряда удалить тренд и периодические составляющие, то останется *нерегулярная компонента*.

Экономисты разделяют факторы, под действием которых формируется нерегулярная компонента, на два вида:

- факторы резкого, внезапного действия (*катастрофические колебания*)
- текущие факторы (*случайные колебания*)

Временной ряд может быть представлен в виде
суммы соответствующих компонент

(аддитивная модель)

$$y_t = T + K + S + E$$

в виде произведения *(мультипликативная модель)*

$$y_t = T * K * S * E$$

в виде и суммы, и произведения

(модель смешанного типа)

$$y_t = T + K * S + E$$

4. Методы анализа динамических рядов.

Тренд - это долговременная компонента ряда динамики.

В социально-экономических рядах динамики можно наблюдать тенденции трех видов:

- среднего уровня;
- дисперсии;
- автокорреляции.

К способам и методам выравнивания динамических рядов могут быть отнесены такие:

- 1) сглаживание или механическое выравнивание отдельных членов ряда динамики с использованием фактических значений соседних уровней;
 - а) увеличение интервалов;
 - б) вычисление средних уровней для увеличенных интервалах;
 - в) определение скользящей (подвижной) средней;
- 2) выравнивание с применением кривой, проведенной между конкретными уровнями таким образом, чтобы она отображала тенденцию, присущую ряду, и одновременно освободила его от незначительных колебаний.
 - г) аналитическое выравнивание.

Измерение тренда достигается *методом*
аналитического выравнивания

В основе метода лежит установление функциональной зависимости уровней ряда от времени $Y_t = f(t)$ с использованием корреляционно-регрессионного анализа.

Упрощение расчетов заключается в переносе начала координат в середину ряда динамики.

Тогда значения t , размещенные выше середины, будут отрицательными, а ниже — положительными. В обоих случаях $\sum t = 0$.

Для этого уровень, который будет пребывать в середине ряда динамики, берут за условное начало отсчета или нулевое значение. Для того, чтобы сумма показателей времени равнялась нулю, условные обозначения нужно давать таким образом:

- при нечетном числе уровней ряда динамики, чтобы выполнить условие $\sum t = 0$, уровень, который будет пребывать в середине ряда, приравнивают к нулю, а уровни, расположенные выше него, помечают числами со знаком «минус» (-1; -2; -3 и т. п.), а ниже — числами со знаком «плюс» (+1; +2; +3 и т. д.);
- при парном числе уровней ряда динамики уровни, которые лежат выше среднего значения (оно находится в середине между двумя средними датами), помечают натуральными числами со знаком «минус» (-1; -3; -5 и т. п.), а уровни, которые лежат ниже среднего значения, — натуральными числами со знаком «плюс» (+1; +2; +3 и т. д.).

В этом случае упрощаются сами нормальные уравнения, а также уменьшаются абсолютные значения величин, участвующих в расчете. Следовательно, $\sum t$ и все $\sum t^p$, у которых « p » — (нечетное число, равны 0). Таким образом, все члены уравнений, содержащие $\sum t$ с такими степенями, могут быть исключены.

Методы выявления сезонной компоненты

В статистике периодические колебания, которые имеют определенный и постоянный период, равный годовому промежутку, носят название «сезонные колебания», или «сезонные волны», а динамический ряд в этом случае называют **тренд-сезонным**, или просто **сезонным рядом динамики**.

Сезонные колебания характеризуются специальными показателями, которые называются **1) индексами сезонности (I_s)**.

Совокупность этих показателей отражает **2) сезонную волну**.

Индексами сезонности являются процентные отношения фактических внутригодовых уровней к постоянной или переменной средней.

Для вычисления индексов сезонности применяются различные методы

Классификация методов измерения сезонных волн

Методы измерения сезонных волн, основанные на применении	Наименование методов вычисления сезонных волн
I. Средней арифметической	1. Метод абсолютных разностей 2. Метод отношений средних месячных к средней за весь период 3. Метод отношений месячных уровней к средней данного года
II. Относительных величин	1. Метод относительных величин 2. Метод относительных величин на основе медианы 3. Метод У. Персона (цепной метод)
III. Механического выравнивания	1. Метод скользящих средних 2. Метод скользящих сумм и скользящих средних
IV. Аналитического выравнивания	1. Выравнивание по прямой 2. Выравнивание по параболе и экспоненте 3. Выравнивание по ряду Фурье