



Эконометрика

Коречков Юрий Викторович
доктор экономических наук, профессор

ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ

Развитие социально-экономических явлений во времени изучают с использованием особого типа статистических данных, которые называют *временными рядами* (или *рядами динамики*).

Примеры временных рядов: ежегодные данные по объёму ВВП, квартальные данные по уровню инфляции, ежедневный объём выручки в торговой точке и т. д. Во всех примерах очевидна зависимость экономических показателей от времени получения соответствующих статистических данных. Таким образом, *временной* или *динамический ряд* — это совокупность наблюдаемых значений изучаемого показателя, расположенных последовательно в хронологическом порядке. Количественные значения показателя называют *уровнями временного ряда*.

Временные ряды классифицируют в зависимости от сущности отвечающих им социально-экономических явлений.

В экономике чаще всего имеют дело с моментными и периодическими временными рядами. Первые представляют изучаемый показатель на фиксированный момент времени (численность населения в заданный момент времени).

Периодические ряды состоят из итоговых значений (прирост населения по месяцам года). **Стационарные и нестационарные ряды** отличаются природой факторов, формирующих уровни ряда.

Уровни стационарных рядов формируются под влиянием случайных факторов, которые действуют в разных направлениях и с разной интенсивностью. Нестационарный ряд всегда имеет тенденцию, которая обусловлена неслучайными факторами в процессах, представляемых этим временным рядом. Отметим, что реальные экономические процессы обычно не являются стационарными.



Есть, конечно, и другие признаки, по которым различают виды временных рядов. В связи с этим важно понимать, что классификация временных рядов не является простой формальностью. Она важна не только для понимания сущности изучаемого процесса, но и для правильного выбора средств и приемов анализа, которые определяются как целью исследования, так и видом временного ряда.

Одномерный временной ряд

Одномерный временной ряд для анализируемой случайной величины Y представляет результаты её наблюдения $y_t = (y_{t_1}), (y_{t_2}), \dots, (y_{t_n})$ в последовательные моменты времени $t_1 < t_2 < \dots < t_n$

Как правило,

$$t_2 - t_1 = t_3 - t_2 = \dots = t_n - t_{n-1} = \Delta,$$

т. е. рассматривают равноотстоящие узлы с заданным временным тактом Δ (минута, сутки, год...).

В общем случае временной ряд представляет собой однопараметрическое семейство случайных величин $y_t = y(ti), i = 1, \dots, n$, закон распределения и числовые характеристики которых могут зависеть от времени t .

Временные ряды, характеризующие динамику изучаемого явления, существенно отличаются от перекрестных данных, представляющих экономические явления в статике.

Во-первых, величина каждого последующего уровня ряда в значительной мере зависит от величины предыдущего уровня, т. е. элементы временного ряда статистически зависимы. Действительно, численность населения страны в данном году зависит от численности в прошлом году. Такое свойство рядов динамики носит принципиальный характер и называется *автокорреляцией уровней временного ряда*.

Во-вторых, местоположение каждого члена временного ряда строго определено и не может быть изменено произвольно: каждый выборочный показатель строго привязан к моменту времени его наблюдения.

В-третьих, чем больше промежуток времени между двумя уровнями ряда, тем существеннее могут быть различия в механизмах формирования изучаемого показателя: действие одних факторов может прекратиться, взамен появятся новые.



Перечисленные особенности временного ряда обуславливают специфические способы их статистической обработки.

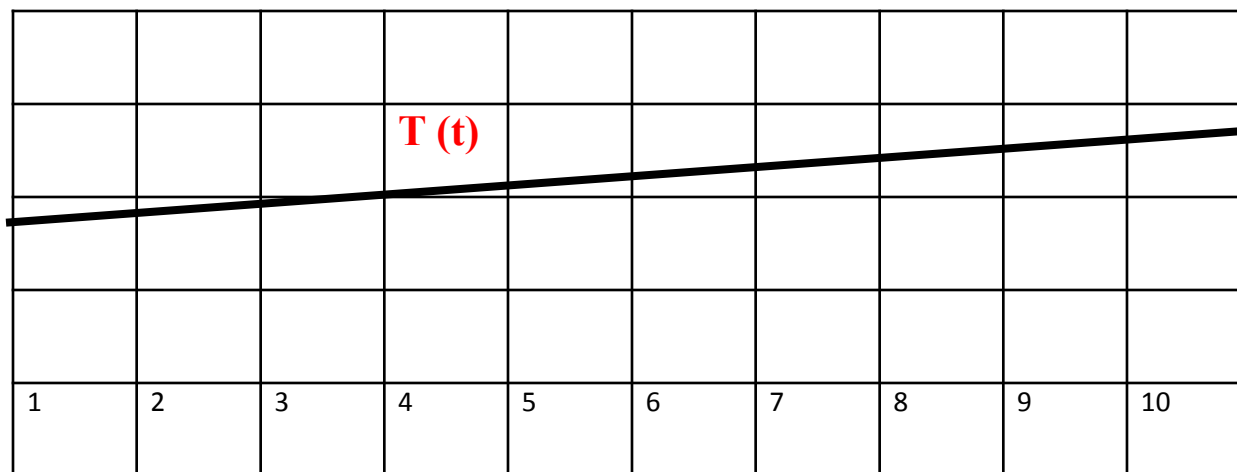
Центральный момент при анализе временного ряда связан с выявлением его основных составляющих (компонент временного ряда). Перечислим главные составляющие:

- трендовая;
- сезонная;
- циклическая;
- случайная.

Трендовая составляющая описывает влияние долговременных факторов, которые формируют общую тенденцию изменения анализируемого показателя в длительной перспективе. В экономике к таким факторам относят:

- Технологическое и экономическое развитие;
- Рост потребления и изменение его структуры;
- Изменение различных демографических характеристик популяции.

Тренд, называемый также *тенденцией*, описывают посредством неслучайной функции $T(t)$ с монотонным характером изменения (рис. 4).



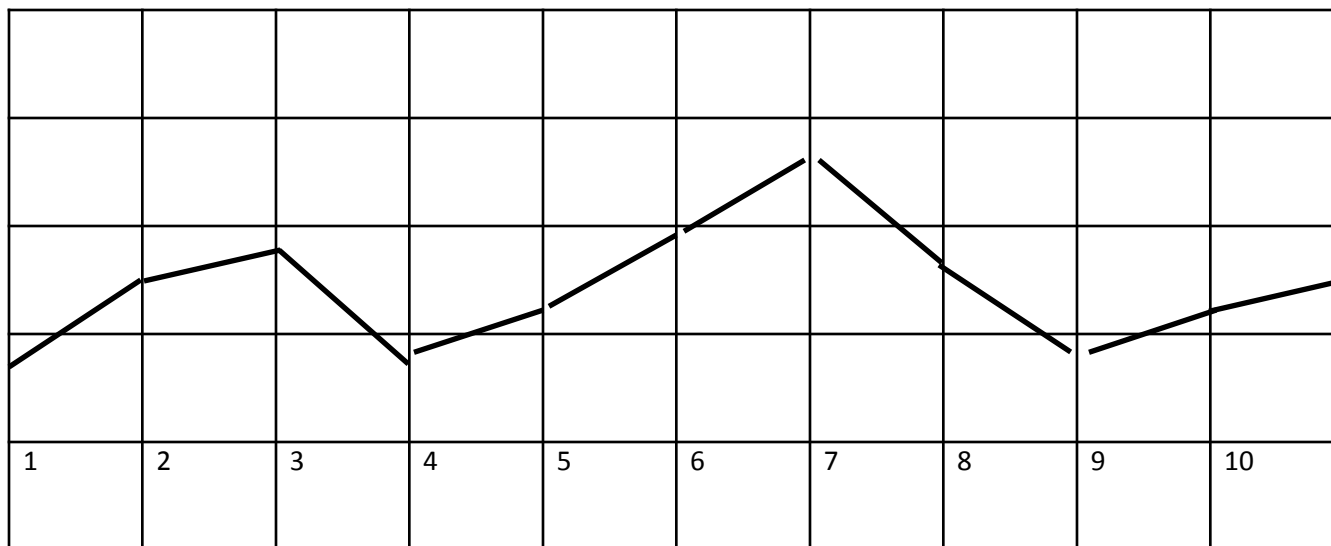
*Рис. 4. Возрастающая тенденция
временного ряда*

Сезонная составляющая представляет колебания анализируемого признака, которые повторяются периодически в течение не очень длительного периода (недели, месяца, максимум – года).

Чаще всего сезонная составляющая связана с периодическими спадами и подъёмами в экономических процессах в зависимости от времени года (отсюда и название). Например, периодическое изменение спроса на прохладительные напитки от времени года.

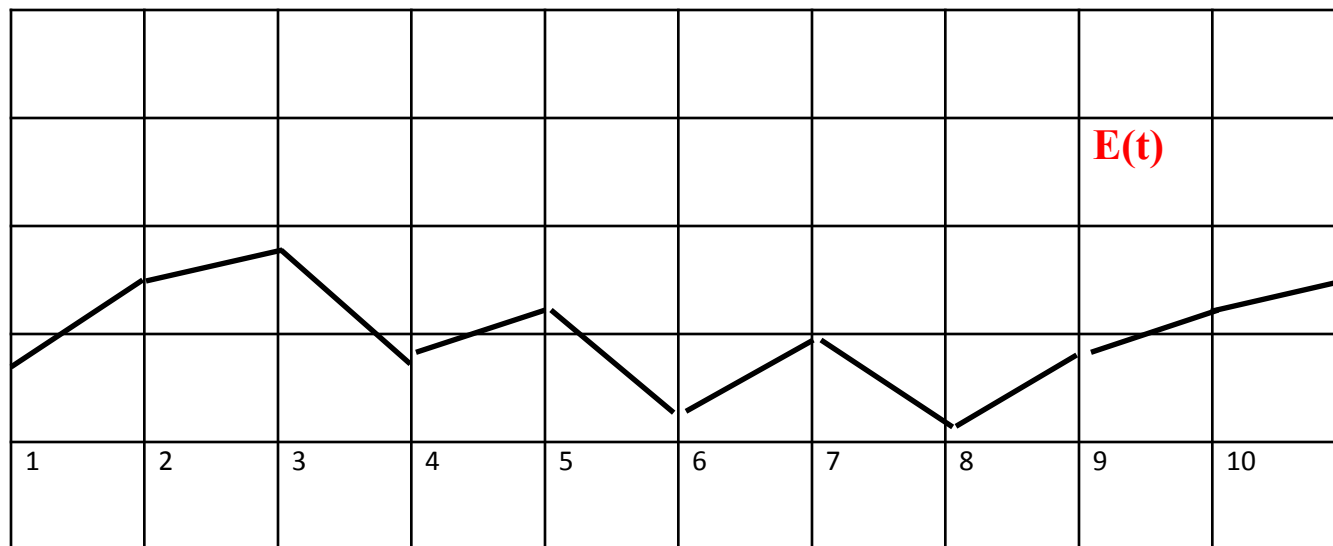
Сезонность описывают неслучайной периодической функцией $S(t)$ с периодом, кратным длительности сезона.

Циклическая составляющая представляет изменение анализируемого признака под действием долговременных циклов экономической, демографической или астрофизической природы («демографическая яма», циклы солнечной активности и т. п.). Фактически речь идёт о периодических колебаниях длительностью свыше одного года. Цикличность описывается неслучайной функцией $C(t)$. Сезонную и циклическую составляющие зачастую объединяют одним понятием – *периодическая компонента*, так как их различает лишь величина периода колебаний (рис. 5).



*Рис. 5. Периодическая компонента
временного ряда*

Случайная составляющая является результатом воздействия краткосрочных и непредсказуемых факторов (например, погодных аномалий), которые плохо поддаются учету и регистрации. Именно эта компонента представляет стохастическую природу изучаемого признака. Действие случайных факторов описывают с помощью случайной функции $E(t)$ (рис. 6).



*Рис. 6. Случайная компонента
временного ряда*

Считается обычно, что случайные факторы имеют эволюционный характер, т. е. они не вызывают скачкообразные структурные изменения в механизмах формирования уровней ряда.

Вовсе не обязательно, чтобы элементы временного ряда представляли одновременное действие всех четырех видов факторов – в разных условиях работают разные их комбинации, но присутствие случайной компоненты считается обязательным.

Заключение о том, участвуют или нет факторы данного типа в формировании значений y_t , может базироваться на анализе содержательной сущности задачи (быть априорным), либо такое заключение делается по результатам специального статистического анализа временного ряда.

Разные модели временных рядов отличаются между собой как составом учтённых компонент, так и вариантами их взаимодействия между собой. Так, уровни ряда могут быть представлены в виде суммы отдельных составляющих:

$$Y_t = (T_t + S_t + C_t) + E_t \quad (21)$$

В этом случае говорят об *аддитивной модели ряда*.

Аддитивная модель пригодна для описания временного ряда t с приблизительно постоянной амплитудой колебаний в уровнях y_t .

Модель, в которой временной ряд представлен как произведение неслучайных составляющих, называется *мультипликативной моделью временного ряда*:

$$Y_t = (T_t \cdot S_t \cdot C_t) + E_t \quad (22)$$

Мультипликативная модель подходит для описания временных рядов с изменяющейся амплитудой колебаний в уровнях y_t .

Любая модель предполагает оценку вкладов отдельных составляющих в значения y_t , что видно из (21) и (22).

Соответствующую процедуру принято называть *декомпозицией уровней временного ряда*. По величине вклада отдельных составляющих в наблюдаемые значения y_t можно судить о роли соответствующих факторов и, следовательно, прогнозировать изменение y_t в будущем.

Автокорреляция уровней временного ряда и выявление его структуры

Ранее отмечался тот факт, что величина каждого последующего уровня временного ряда в значительной мере зависит от величины его предыдущего уровня. Интенсивность такой взаимозависимости, т. е. теснота статистической связи между двумя элементами временного ряда, измеряется парным коэффициентом корреляции. Заметим, что вычисление коэффициента корреляции проводят между величинами, принадлежащими одному и тому же ряду, поэтому его принято называть ***коэффициентом автокорреляции***.

Таким образом, *автокорреляция уровней ряда* – это корреляционная связь между уровнями одного и того же ряда динамики, сдвинутыми на определенный промежуток времени L .

Натуральное число L называется *лагом* и представляет собой расстояние между членами временного ряда, для которых оценивается корреляционная связь. Например, автокорреляция порядка L – это *взаимосвязь двух последовательностей*

$$y_t = (y_1, y_2, \dots, y_{n-L})$$
$$\text{и } y_{t+L} = (y_{1+L}, y_{2+L}, y_n).$$





Спасибо за внимание!