

УДК 519.688

**ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО АНАЛИЗА  
КРИТЕРИЕВ ВЫЯВЛЕНИЯ ТРЕНДА  
ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ***Д. В. Нечипорук, Р. Ш. Гамзалиев*

Донской государственный технический  
университет, г. Ростов-на-Дону,  
Российская Федерация

[Rabbit.93@inbox.ru](mailto:Rabbit.93@inbox.ru),  
[twiposter@gmail.com](mailto:twiposter@gmail.com)

Проведено исследование критериев выявления трендов во временных рядах, подробно описаны некоторые критерии с выкладками необходимых формул, рассмотрены их достоинства и недостатки, в ходе работы реализовано программное средство под платформу .NET, позволяющее в автоматическом режиме обнаруживать тренд во временном ряде.

**Ключевые слова:** анализ, временной ряд, критерий, тренд, программное средство, тенденция.

**Введение.** Основой большинства экономических процессов являются динамические и временные ряды. Множество наблюдений какого-либо явления, упорядоченное по признаку другого явления, называют динамическим рядом. Временными рядами называют динамические ряды, у которых в качестве признака упорядочивания используется показатель времени. [1]

Одним из важных компонентов временного ряда является тренд. Трендом называют направление преимущественного движения показателей [2]. Выделяют восходящий, нисходящий и боковой тренды. На основе выявления трендов построены различные стратегии прогнозирования экономических процессов, вследствие чего задача сравнительного анализа способов выявления трендов является актуальной.

**Критерии проверки наличия тренда.** Проверка наличия или отсутствия тренда может быть осуществлена при помощи различных критериев. Наиболее популярны из них: критерий серий, основанный на медиане; критерий «восходящих» и «нисходящих» серий; критерий уровней ряда. Рассмотрим каждый из них подробнее.

Для использования критерия серий, основанного на медиане необходимо разложить члены временного ряда в порядке возрастания:

$$Y_{(1)}, Y_{(2)}, \dots, Y_{(n)}$$

Далее необходимо определить выборочную медиану по формуле:

UDC 519.688

**THE SOFTWARE CRITERIA ANALYSIS  
TOOL FOR IDENTIFYING TREND  
IN TIME SERIES***D. V. Nechiporuk, R. S. Gamzaliev*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,  
Russian Federation

[Rabbit.93@inbox.ru](mailto:Rabbit.93@inbox.ru),  
[twiposter@gmail.com](mailto:twiposter@gmail.com)

The article studies the criteria to identification of trends in the time series, describes in detail some of the criteria with the necessary calculations of the formulas, and highlights their advantages and disadvantages. The authors implemented software tool on the .NET platform, enabling automatic detection of the trend in the time series.

**Keywords:** analysis, time series, criterion, trend, software tool, tendency.

$$y_{med} = \begin{cases} y_{\left(\frac{n+1}{2}\right)}, & \text{если } n \text{ нечетно} \\ \frac{1}{2} \left( y_{\left(\frac{n}{2}\right)} + y_{\left(\frac{n}{2}+1\right)} \right), & \text{если } n \text{ четно} \end{cases}$$

После этого на основе исходных данных необходимо сформировать так называемые «серии», состоящие из знаков «+» и «-». При этом вместо  $y_t$  ставится «+», если  $y_t > y_{med}$  и «-», если  $y_t < y_{med}$ . Компоненты временного ряда равные  $y_{med}$  из рассмотрения исключаются.

Образованная последовательность характеризуется общим числом серий  $c(n)$  и протяженностью самой длинной серии  $L_{max}$ . При этом под «серией» понимается последовательность подряд идущих «+» или «-».

Сам критерий выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} c(n) > \left\lfloor \frac{1}{2} (n + 2 - 1.96\sqrt{n-1}) \right\rfloor \\ L_{max} < \lfloor 3.3(\log n + 1) \rfloor \end{cases}$$

Если одно из неравенств нарушается, то гипотеза о наличии тренда отвергается.

Следующий критерий получил название критерий «восходящих» и «нисходящих» серий. Подобно предыдущему критерию, исследуется последовательность знаков «+» и «-», но при этом «серии» образуются иным образом: «+» ставится если  $y_{t+1} - y_t > 0$ , и «-», если  $y_{t+1} - y_t < 0$ . Если несколько подряд идущих значений равны, то рассматривается только одно из них.

Критерий определяется по формуле:

$$\begin{cases} c(n) > \left\lfloor \frac{2n-1}{3} - 1.96\sqrt{\frac{16n-29}{90}} \right\rfloor \\ L_{max} < L(n) \end{cases}$$

где  $L(n) = 5$  при  $n \leq 26$ ;

$L(n) = 6$  при  $26 < n \leq 153$ ;

$L(n) = 7$  при  $153 < n \leq 1170$ .

Следующий критерий имеет отличную от двух предыдущих модель. Временной ряд разбивается на две части. Для каждой части необходимо рассчитать среднее значение и дисперсию:

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

$$S = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2$$

Сам критерий состоит из комбинации F-критерия Фишера и t-критерия Стьюдента [3,4]. Для вычисления первого необходимо разделить большее значение дисперсии на меньшее и сравнить полученный показатель с табличным. Второй вычисляется по следующей формуле:

$$t = \frac{|\bar{y}_1 - \bar{y}_2|}{\sqrt{(n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

Если оба рассчитанных значения меньше табличных, то гипотеза о наличии тренда подтверждается.

Для проведения анализа было реализовано программное средство под платформу .NET Framework, включающее возможность ввода, импорта и экспорта временных рядов, их

визуализацию и автоматизированную проверку рассмотренных критериев. Главное окно приложения изображено на рисунке 1.

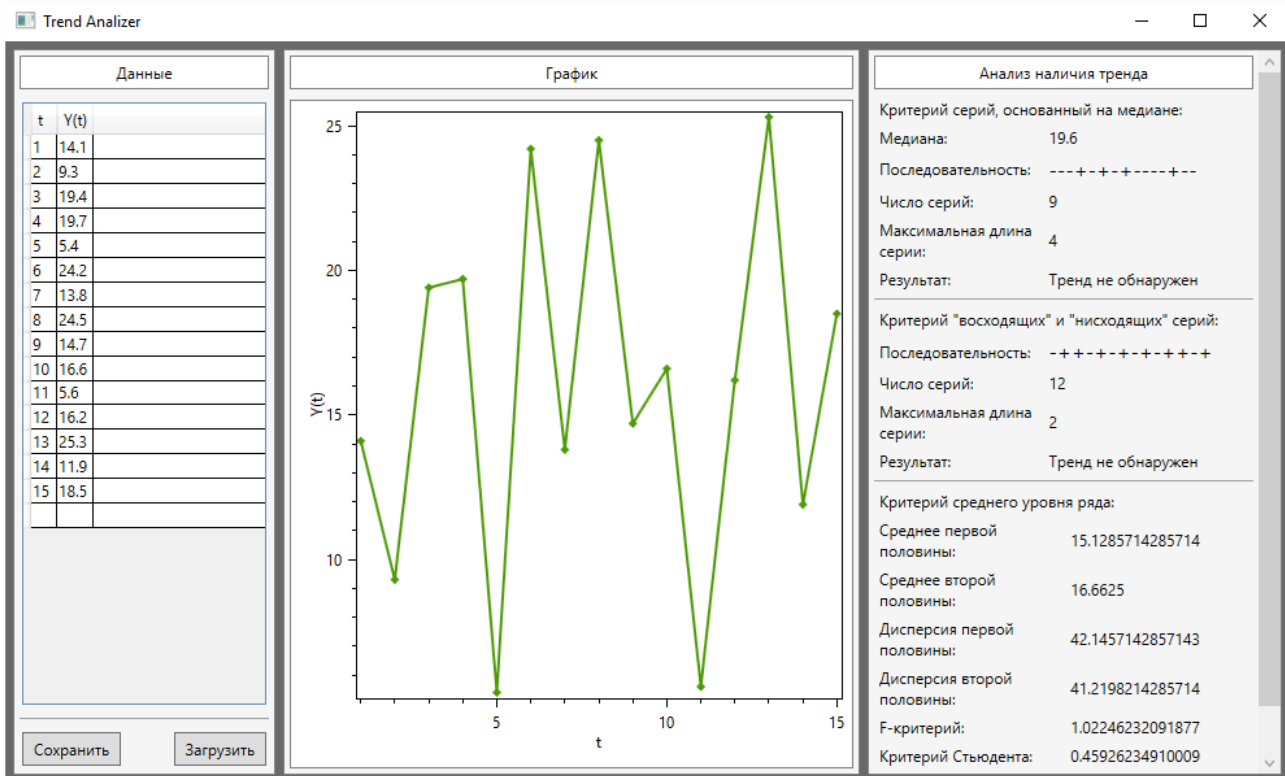


Рис. 1. Главное окно программного средства

Слева находится область ввода данных временного ряда и кнопки, позволяющие импортировать и экспортировать данные. По центру расположен график, на котором происходит визуализация введенных данных. Область справа содержит результаты анализа наличия тренда по трем рассмотренным критериям.

Диаграмма классов приложения представлена на рисунке 2. Основные классы, выполняющие анализ данных расположены в пространстве имен Models.Analizers.

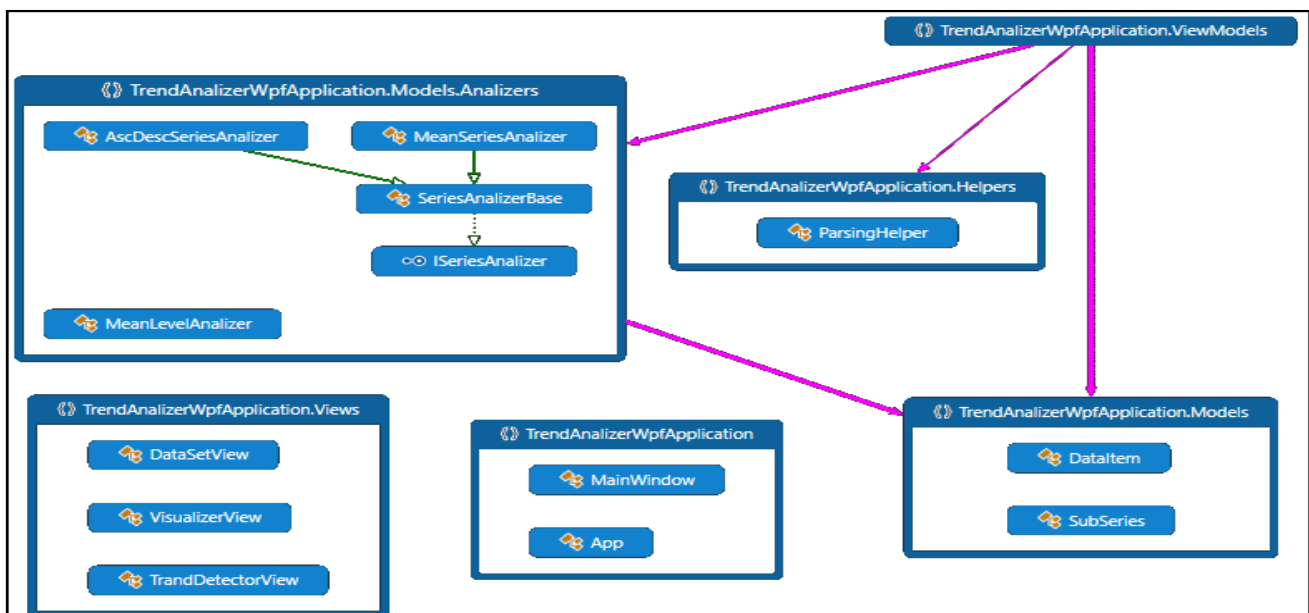


Рис. 2. Диаграмма классов программного средства

Для сравнения результатов работы алгоритма были подготовлены 3 временных ряда. Изображение первого из них представлено на рисунке 3.

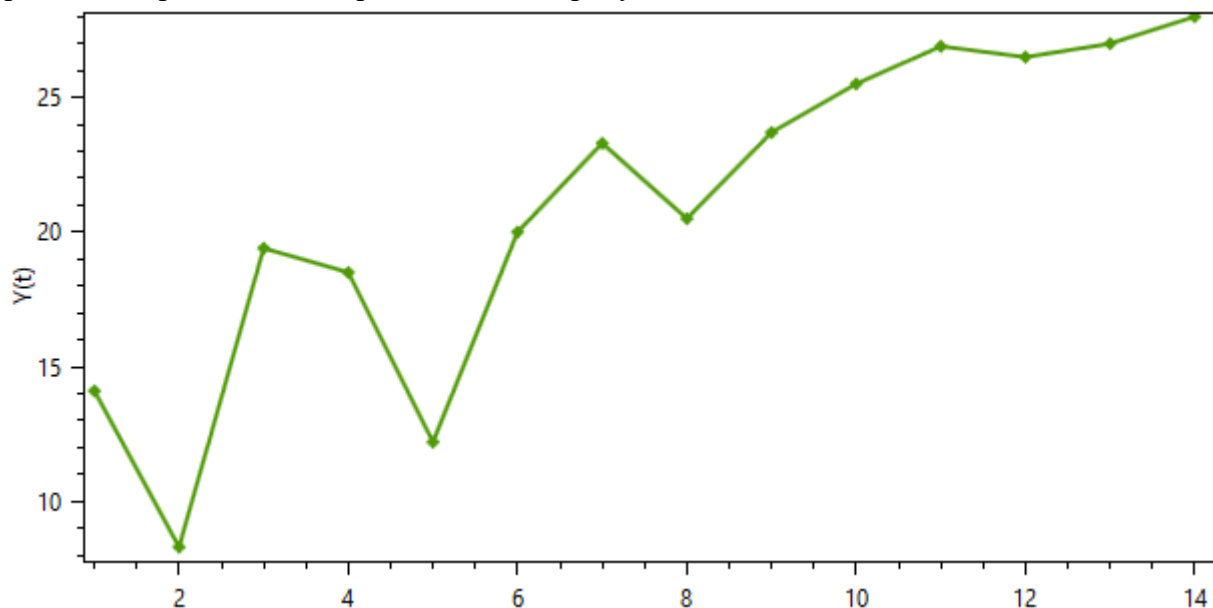


Рис. 3. Первый анализируемый временной ряд

В ходе анализа с использованием критерия серий, основанного на медиане, была получена последовательность: «+++++-----» и итоговый результат подтверждающий наличие тренда.

Критерий «восходящих» и «нисходящих» серий также подтвердил наличие тренда, однако последовательность приняла следующий вид: «-+---+-+---+».

Критерий основанный на среднем уровне ряда, также подтвердил наличие тренда и при этом обнаружил различную дисперсию между двумя половинами временного ряда.

Как видно из результатов для данного ряда, все критерии успешно справились с определением наличия тренда.

Изображение временного второго временного ряда представлено на рисунке 4. Данный набор не имеет явно выраженной тенденции, к тому же все точки достаточно сильно разбросаны относительно медианы, что свидетельствует о высоком уровне дисперсии.

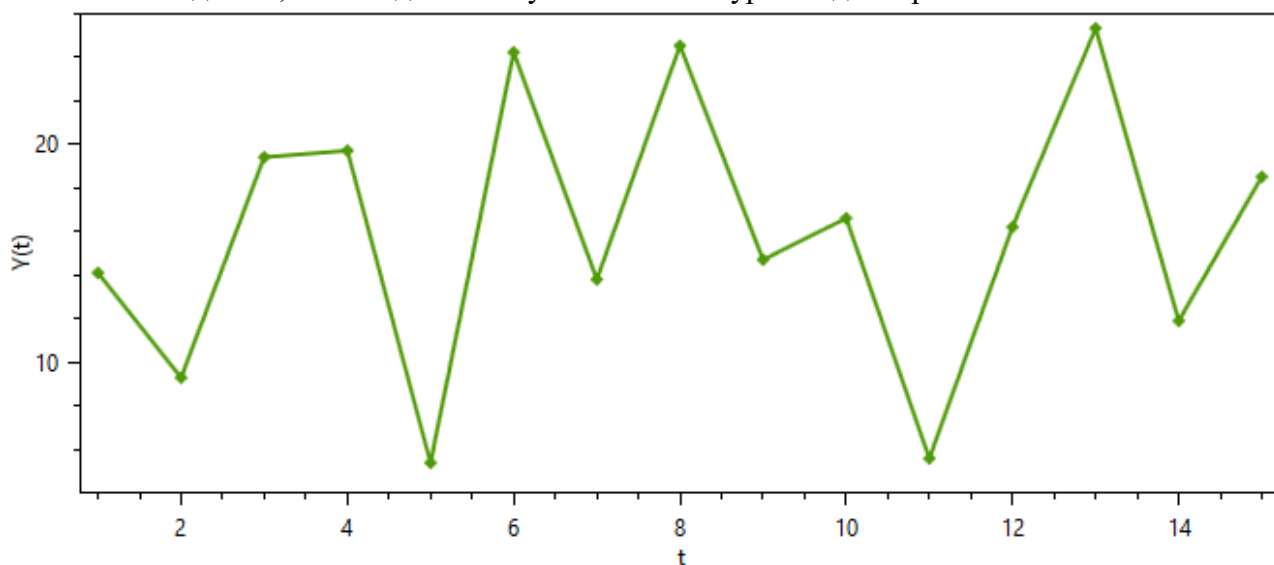


Рис. 4. Второй анализируемый временной ряд

Критерий серий, основанный на медиане, опровергнул гипотезу о наличие тренда в данном наборе и вывел последовательность следующего вида: «---+--+-----+».

Критерий «восходящих» и «нисходящих» серий также не подтвердил наличие тренда, и вывел следующую последовательность: «+++++--+++++».

Третий критерий также опровергнул наличие тренда и при этом вывел однородность дисперсии между двумя половинами временного ряда.

Из данного эксперимента можно сделать вывод о том, что все критерии хорошо справились определением отсутствия тренда для второго временного ряда.

Рассмотрим последний временной ряд, графическое представление которого изображено на рисунке 5.

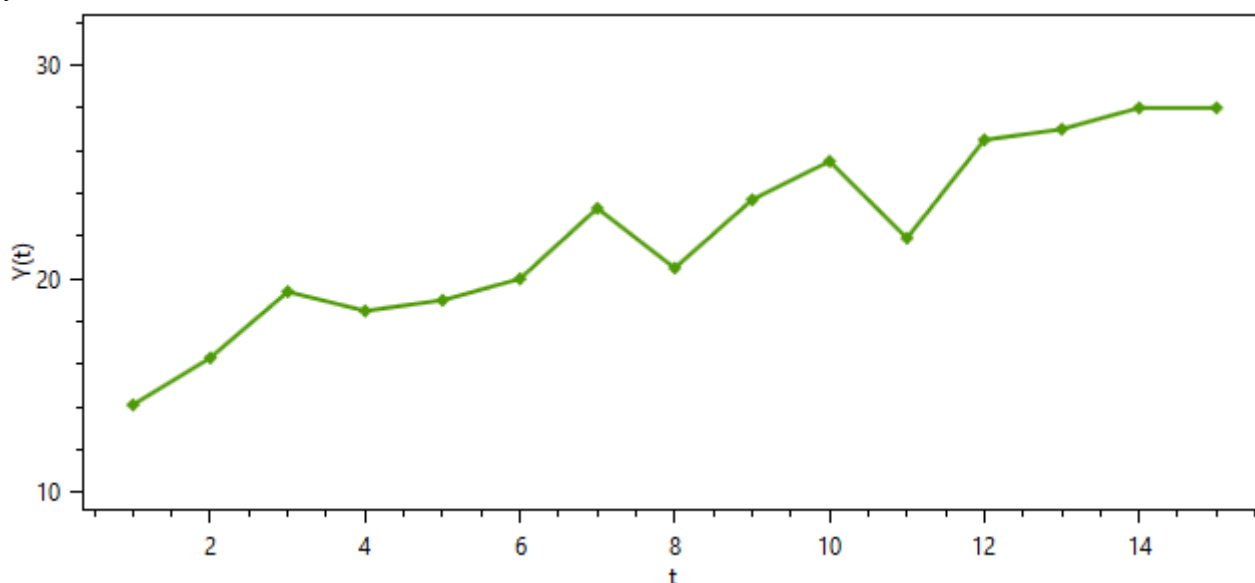


Рис. 5. Третий анализируемый временной ряд

Данный ряд имеет менее выраженную тенденцию в отличие от первого набора данных.

Критерий серий, основанный на медиане, опровергнул гипотезу о наличие тренда в данном наборе и вывел последовательность следующего вида: «-----+--+++++».

Критерий «восходящих» и «нисходящих» серий подтвердил наличие тренда, и вывел последовательность: «+++-----+».

Критерий, основанный на среднем уровне ряда, также подтвердил наличие тренда и при этом вывел однородность дисперсии между двумя половинами временного ряда.

Из данного эксперимента можно сделать вывод о том, что первый критерий имеет меньшую чувствительность по сравнению с двумя другими, которые успешно обнаружили хоть и менее устойчивый, но все же имеющийся тренд.

**Заключение.** В данной работе было реализовано программное средство, позволяющее в автоматическом режиме обнаруживать тренд во временном ряде. Данный вид анализа может быть применен как один из этапов прогнозирования множества экономических процессов.

В ходе работы была создана библиотека под платформу .NET, которая может стать основой для сторонних приложений и тестовое приложение с графическим пользовательским интерфейсом, которое позволяет проверить работоспособность библиотеки и визуализировать результаты ее работы.

В ходе вычислительных экспериментов были выявлены достоинства и недостатки рассматриваемых критериев. Так критерий серий, основанный на медиане, является наиболее

простым и подходит для выявления монотонного изменения среднего показателя временного ряда, а также имеет достаточно низкую чувствительность к тенденции. Критерий «восходящих» и «нисходящих серий» позволяет анализировать временные ряды более сложного характера, например, периодического. Критерий уровней ряда имеет наивысшую точность и помимо изменения среднего показателя позволяет оценить изменение дисперсии.

В качестве путей дальнейших исследований можно предположить создание и проведение анализа различных модификаций рассмотренных критериев.

#### **Библиографический список.**

1. Орлова, И. В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование / И. В. Орлова, В. А. Половников. — Москва : Вузовский учебник. 2007. — 365с.
2. Тренд [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тренд> (дата обращения: 14.05.2016).
3. Афифи, А. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. / А. Афифи, С. Эцзен. — Москва : Мир, 1982. — 488с.
4. Закс, Л. Статистическое оценивание / Л. Закс. — Москва : Статистика, 1976. — 598 с.
5. Орехов, Н. А. Математические методы и модели в экономике / А. Г. Левин, Е. А. Горбунов, Н. А. Орехов — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2004. — 302 с.