

---

## **ПРЕДПРОГНОЗНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО РЯДА С ВЫЯВЛЕНИЕМ ТРЕНД-СЕЗОННЫХ КОМПОНЕНТ МЕТОДОМ ЧЕТВЕРИКОВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ MS EXCEL<sup>1</sup>**

---

**Савинская Дина Николаевна**, канд. экон. наук, доц.  
**Великанова Лариса Олеговна**, канд. экон. наук, проф.  
**Дунская Лада Константиновна**, маг.  
**Попова Маргарита Игоревна**, асп.

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, Краснодар, Россия, 350044; e-mail: velikanovalarisa@rambler.com; savi\_dinki@mail.ru; lada.dunskaya@mail.ru; popova.e@kubsau.ru

*Цель:* статья посвящена выявлению тренд-сезонных компонент с использованием итерационных методов фильтрации временного ряда продаж питьевой минеральной воды по Краснодарскому краю. Вычисления и отрисовка графиков проведены в среде MS Excel. *Обсуждение:* согласно описанным целям исследования и по результатам проведенного анализа характеристик временного ряда, авторами пошагово представлена реализация метода Четверикова в качестве метода фильтрации данных. При использовании данного метода ряд подвергают итерационной фильтрации три раза (производят итерационные вычисления сезонной волны и вычитают полученные показатели из исходного ряда). Таким образом, производится предпрогнозная подготовка временного ряда к дальнейшему прогнозированию, и уменьшается степень влияния сезонной компоненты на ряд. *Результаты:* результатом исследования является представленная для визуализации пошаговая фильтрация тренд-сезонного временного ряда объемов продажи питьевой бутилированной воды и вычисленные характеристики: оценки тренда, отклонений, коэффициента напряженности волны. Полученные показатели фактически являются предпрогнозными, а их дальнейшее использование позволит подобрать эффективные прогнозные методы и модели.

**Ключевые слова:** временной ряд, анализ временных рядов, метод Четверикова, итерационные методы фильтрации данных, оценка

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края, грант № 19-410-233009 p\_мол\_a.

тренда, тренд, оценка периода, коэффициент напряженности волны, тренд-сезонные компоненты.

**DOI:** 10.17308/meps.2020.10/2445

### **Введение**

Эффективное ведение бизнеса требует тщательного контроля и анализа экономических показателей и происходящих процессов как внутри предприятия, так и во внешней среде. Традиционно для проведения анализа данные собираются во временные ряды (ВР) – зафиксированные в определенный момент времени числовые показатели, числовые характеристики исследуемого объекта или процесса.

Рынок, как система взаимосвязанных отраслей, подвергается действию различных факторов и процессов как внешних, так и внутренних, что отражается в значениях временных рядов [2]. Подробное обоснование идеи, что ВР содержат в себе накопленные знания о влияющих на исследуемую систему факторах, представлено в работе Кричевского [2]. Однако необходимо понимать, что в некоторые периоды времени на исследуемый объект могут действовать как постоянные для системы факторы, так и факторы, не являющиеся «основными» и периодичными для системы. Таким образом, возникает следующая проблема – в экономических задачах, решение которых строится на анализе временных рядов и прогнозировании будущих состояний наблюдаемых объектов, есть необходимость выделения вышеописанных факторов, используя процедуру фильтрации анализируемых данных.

В настоящей работе рассматривается итерационный метод фильтрации данных временного ряда объемов продаж минеральной питьевой воды в 19-литровых бутылках ПЭТ по Краснодарскому краю, собранных ежемесячно за 2013-2018 гг. в натуральном выражении.

### **Методология исследования**

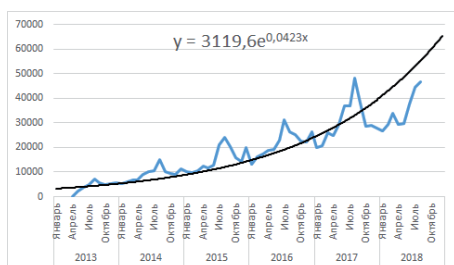
Большинство временных рядов, характеризующих сбыт товаров, продажи и т.д., имеют такие характеристики, как сезонность и тренд. В зависимости от анализируемых данных и для выявления вышеописанных характеристик исследователями выбирается метод фильтрации данных и последующего анализа. Построение графика объемов продаж и визуализация его линий тренда (рисунок 1a-1d) позволяют выявить следующие характеристики:

1) Во временном ряде присутствуют «пики», показывающие повышенный спрос на покупку воды (и, как следствие, повышение объема продаж). Эти значения присущи периодам с июля по сентябрь и с ноября по январь. Предполагается, что это вызвано, во-первых, жаркими летом и осенью в Краснодарском крае, во-вторых, крупными закупками перед новогодними праздниками. Стабильная периодичность, выявленная при визуализации графиков продаж, позволяет сделать вывод о наличии в исследуемом ВР сезонных колебаний.

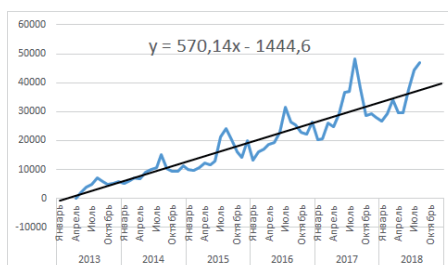
2) Построенные линии тренда показывают четкую тенденцию роста объема продаж с 2013 г. по 2018 г.

3) Обрабатываемый ВР является полным, так как имеет данные за 5 полных периодов (по 12 месяцев).

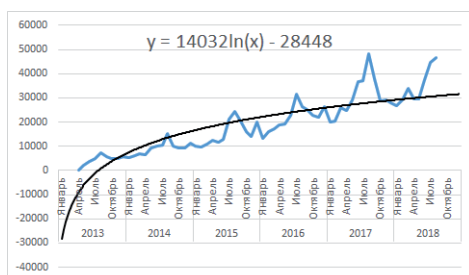
Исходя из выявленных характеристик, можно сказать, что изучаемый временной ряд является тренд-сезонным. Для подобных рядов подходят итерационные методы фильтрации, которые подразумевают многократное применение процедуры сглаживания временного ряда с помощью метода скользящей средней и, как результат, вычисление оценки сезонной волны.



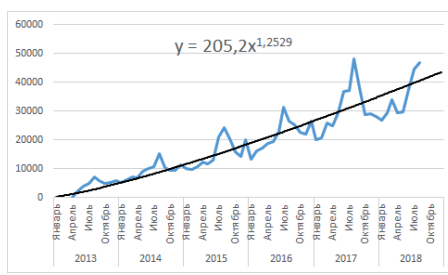
a)



b)



c)



d)

Рис. 1. Объемы продаж минеральной питьевой воды по Краснодарскому краю за период с 04.2013 г. по 09.2018 г. с линиями тренда:

а) экспоненциальная; б) линейная; в) логарифмическая.; д) степенная.

Согласно порядку исследования тренд-сезонных временных рядов, первыми шагами являются: определение степени гладкости тренда; выявление наличия сезонных колебаний.

Учитывая описанные выше предположения о наличии тренда и сезонных колебаний, перейдем к последующим этапам анализа исследуемых рядов (рис. 2).

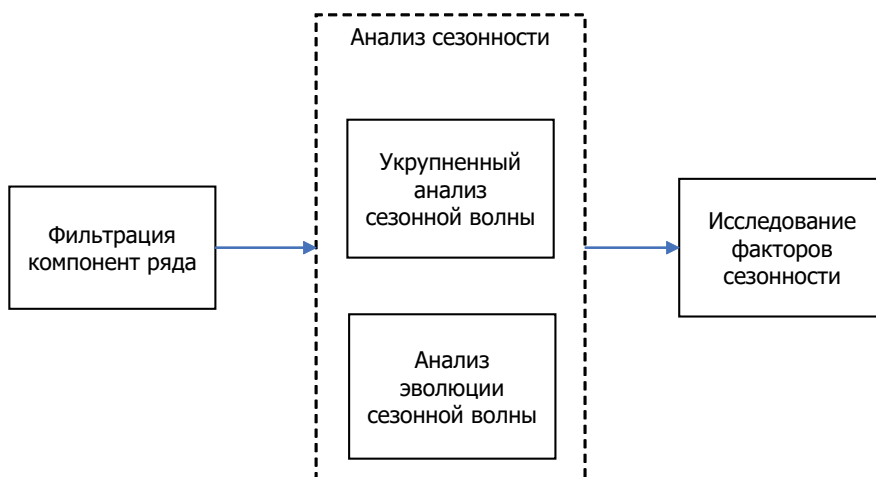


Рис. 2. Схема комплексного исследования временных рядов с трендом и сезонными колебаниями

### Фильтрация данных методом Четверикова

Метод Четверикова проходит в несколько этапов:

1) нахождение среднего значения по формуле средней хронологической с использованием периода, равного 12 месяцам (год), где первое и последнее значение берутся в половину веса, и делится на  $n-1$  число дат, и вычитание из исходного ряда средней хронологической (выравнивание ВР(1) – выровненный ряд первой итерации);

2) нахождение среднеквадратического отклонения. Деление выровненного ряда на среднеквадратическое (нормированный остаточный ряд);

3) вычисление предварительной сезонной волны остаточного ряда;

4) умножение предварительной волны на среднеквадратическое отклонение и последующее вычитание полученного показателя из исходного ряда (выравнивание ВР(2) – выровненный ряд второй итерации);

5) повторяем шаги 1-4 для выровненных рядов (ВР(2)) с использованием меньшего периода. В данной работе при последующих итерациях период  $m = 6$  (полгода).

### Обсуждение результатов

Представим результаты использования метода Четверикова. На этапе 1 первой итерации рассчитаем среднюю хронологическую для периода  $m = 12$ . При сравнении визуализированных выровненных рядов, полученных по окончании каждой итерации (ВР(2)), и исходного временного ряда, видно, что выравнивание на первой итерации отфильтровало важные показатели: кривая не отображает скачки, соответствующие повышению продаж, хотя последующие итерации сохраняют данные «пики», повторяя исходный ряд (рис. 3).

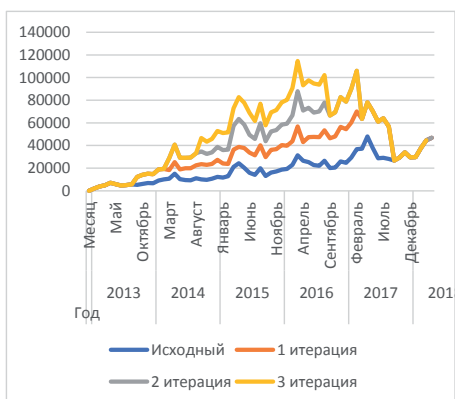


Рис. 3. График с накоплением по выровненным рядам без учета сезонной компоненты с периодом  $m=12$  по первой итерации

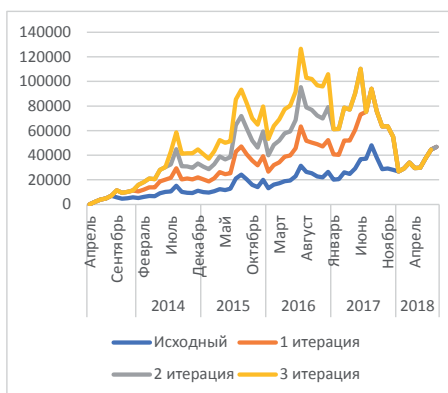


Рис. 4. График с накоплением по выровненным рядам без учета сезонной компоненты с периодом  $m=6$  по первой итерации

Как видно по рисунку, первая итерация отличается от последующих и имеет более «гладкий» вид. С учетом гипотезы о том, что временной ряд имеет пики, повторяющиеся в периоды полугода (рис. 6 – графическое представление коэффициентов сезонной компоненты), авторами предложено провести анализ на первой итерации, используя не годовой, а полугодовой интервал (рис. 4). Таким образом, первая итерация сохраняет важные показатели повышенного спроса.

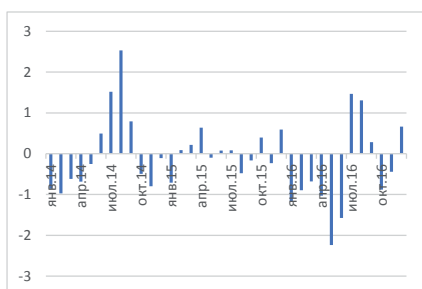


Рис. 5. Графическое представление коэффициентов сезонной компоненты



Рис. 6. Исходный график сбыта продукции и отфильтрованного ряда после третьей итерации фильтрации методом Четверикова

## Заключение

Чем точнее описана модель поведения наблюдаемого объекта, тем точнее последующий прогноз. С учетом содержания большого количества информации о происходящих процессах внутри каждого фиксируемого значения необходимо провести тщательный анализ временных рядов и фильтрации значений от сезонных компонент, что позволит увеличить вероятность свершения прогноза при решении экономических задач.

В данном исследовании метод фильтрации основан на применении скользящей средней и итерационном выделении сезонной волны, что позволяет проанализировать и выявить наличие сезонных компонент, влияющих на частотные характеристики анализируемых данных.

### Список источников

1. Замотайлова Д.А., Савинская Д.Н., Недогонова Т.А. Применение тренд-сезонных моделей для исследования и прогнозирования временных рядов // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2019, no. 12 (120), с. 40-48.
2. Кричевский М.Л. *Интеллектуальные методы в менеджменте*. Санкт-Петербург, Питер, 2005.
3. Кумратова А.М., Савинская Д.Н., Неженец А.И., Попова М.И. Модифицированная система моделей и методов прогнозирования временных рядов с памятью // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2015, no. 1 (61), с. 8-19.
4. Кумратова А.М., Попова Е.В., Савинская Д.Н., Курносова Н.С. Комплексная методика анализа экономических временных рядов методами нелинейной динамики // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2015, no. 8 (68), с. 35-43.
5. Кумратова А.М., Попова Е.В., Турлий С.И., Дунская Л.К. Декомпозиционный многокритериальный подход к анализу временных рядов туристских потоков // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2019, no. 5 (113), с. 8-16.
6. Кумратова А.М., Попова Е.В., Турлий С.И., Недогонова Т.А. Адаптированные методы нелинейной динамики подготовки данных экономических временных рядов к процедуре прогноза // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2019, no. 7 (115), с. 33-41.
7. Попова Е.В., Скибина Я.В. Исследование тренд-сезонных временных рядов в сфере вторичной переработки лома черных и цветных металлов // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2019, no. 12 (120), с. 49-60.
8. Попова Е.В., Кумратова А.М., Недогонова Т.А., Кумратов Э.М. Комплекс метрических и графических тестов предварительной подготовки данных экономических и природных временных рядов к процедуре прогноза // *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика*, 2018, no. 3 (225), с. 286-292.
9. Попова Е.В., Кумратова А.М., Недогонова Т.А., Василенко А.И. Выявление тренд-сезонных компонент во временных рядах экономических процессов // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2018, no. 6 (102), с. 20-30.
10. Савинская Д.Н., Недогонова Т.А. Предпрогнозный анализ логистических временных рядов на основании показателя Херста // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2019, no. 9 (117), с. 18-26.
11. Савинская Д.Н. Современное состояние рынка НОД. Особенности расчета страховых запасов // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2011, no. 9 (21), с. 155-167.
12. Armstrong J. Scott *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners* [Книга]. [s.l.]: Springer US, 2001, 1st, Vol. 30, p. 850.

---

# PRE-FORECAST TIME SERIES ANALYSIS WITH IDENTIFICATION OF TREND-SEASONAL COMPONENTS BY CHETVERIKOV METHOD USING MS EXCEL MEANS

---

**Savinskaya Dina Nikolaevna**, Cand. Sc. (Econ.), Assoc. Prof.

**Velikanova Larisa Olegovna**, Cand. Sc. (Econ.), Prof.

**Dunskaya Lada Konstantinovna**, M.A. student

**Popova Elena Vitalevna**, graduate student

Kuban state agrarian University named after I.T. Trubilin, Kalinina st., 13, Krasnodar, Russia, 350044; e-mail: velikanovalarisa@rambler.com; savi\_dinki@mail.ru; lada.dunskaya@mail.ru; popova.e@kubsau.ru

*Purpose:* the Article is devoted to identifying trend-seasonal components using iterative methods for filtering the time series of sales of drinking mineral water in the Krasnodar territory. Calculations and drawing of graphs are performed in MS Excel. *Discussion:* according to the described research goals and the results of the analysis of the time series characteristics, the authors step-by-step present the implementation of the Chetverikov method as a data filtering method. When using this method, the series is subjected to iterative filtering three times (iterative calculations of the seasonal wave are performed and the obtained indicators are subtracted from the original series). In this way, the time series is pre-forecasted for further forecasting, and the degree of influence of the seasonal component on the series is reduced. *Results:* the result of the study is a step-by-step filtration of the trend-seasonal time series of sales volumes of bottled drinking water and calculated characteristics: estimates of the trend, deviations, and wave strength coefficient. The obtained indicators are actually pre-forecast, and their further use will allow you to choose effective forecasting methods and models.

**Keywords:** time series, time series analysis, Chetverikov's method, iterative methods of data filtering, trend estimation, trend, period estimation, wave intensity coefficient, trend-seasonal components.

## References

1. Zamotajlova D.A., Savinskaya D.N., Nedogonova T.A. Primenenie trend-sezonnih modelej dlya issledovaniya i prognozirovaniya vremennyh ryadov [Application of trend-seasonal models for research and forecasting of time series]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, 2019, no. 12 (120), pp. 40-48. (In Russ.)
2. Krichevskij M.L. *Intellektual'nye metody v menedzhmente* [Intellectual methods in management]. Sankt-Peterburg, Piter, 2005. (In Russ.)
3. Kumratova A.M., Savinskaya D.N., Nezhenec A.I., Popova M.I. Modificirovannaya sistema modelej i metodov prognozirovaniya vremennyh ryadov s

- pamyat'yu [Modified system of models and methods for forecasting time series with memory]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, 2015, no. 1 (61), pp. 8-19. (In Russ.)
4. Kumratova A.M., Popova E.V., Savinskaya D.N., Kurnosova N.S. Kompleksnaya metodika analiza ekonomicheskikh vremennykh ryadov metodami nelinejnoj dinamiki [Methodology for analyzing economic time series using nonlinear dynamics methods]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, 2015, no. 8 (68), pp. 35-43. (In Russ.)
5. Kumratova A.M., Popova E.V., Turij S.I., Dunskey L.K. Dekompozicionnyj mnogokriterial'nyj podhod k analizu vremennykh ryadov turistskih potokov [Decompositional multi-criteria approach to the analysis of time series of tourist flows]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, 2019, no. 5 (113), pp. 8-16. (In Russ.)
6. Kumratova A.M., Popova E.V., Turlij S.I., Nedogonova T.A. Adaptirovannye metody nelinejnoj dinamiki podgotovki dannykh ekonomicheskikh vremennykh ryadov k procedure prognoza [Adapted methods of nonlinear dynamics of preparing economic time series data for the forecast procedure]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, 2019, no. 7 (115), pp. 33-41. (In Russ.)
7. Popova E.V., Skibina YA.V. Issledovanie trend-sezonnnykh vremennykh ryadov v sfere vtorichnoj pererabotki loma chernykh i cvetnykh metallov [Research of trend-seasonal time series in the sphere of secondary processing of ferrous and non-ferrous metals scrap]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, 2019, no. 12 (120), pp. 49-60. (In Russ.)
8. Popova E.V., Kumratova A.M., Nedogonova T.A., Kumratov E.M. Kompleks metricheskikh i graficheskikh testov predvaritel'noj podgotovki dannykh ekonomicheskikh i prirodnykh vremennykh ryadov k procedure prognoza [a set of metric and graphical tests for preliminary preparation of economic and natural time series data for the forecast procedure]. *Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 5: Ekonomika*, 2018, no. 3 (225), pp. 286-292. (In Russ.)
9. Popova E.V., Kumratova A.M., Nedogonova T.A., Vasilenko A.I. Vyyavlenie trend-sezonnnykh komponent vo vremennykh ryadah ekonomicheskikh processov [identification of trend-seasonal components in the time series of economic processes]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, 2018, no. 6 (102), pp. 20-30. (In Russ.)
10. Savinskaya D.N., Nedogonova T.A. Predprognoznyj analiz logisticheskikh vremennykh ryadov na osnovanii pokazatelya Hersta [pre-Forecast analysis of logistic time series based on the Hurst indicator]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, 2019, no. 9 (117), pp. 18-26. (In Russ.)
11. Savinskaya D.N. Sovremennoe sostoyanie rynka HOD. Osobennosti rascheta strahovykh zapasov [current state of the HOD market. Features of calculating insurance stocks]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, 2011, no. 9 (21), pp. 155-167. (In Russ.)
12. Armstrong J. *Scott Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners* [Book]. [s.l.]: Springer US, 2001, 1st: Vol. 30, p. 850.