
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕНД-СЕЗОННЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В СФЕРЕ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛОМА ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Попова Елена Витальевна, д-р экон. наук, проф.
Скибина Яна Владимировна, ст. преп.

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
ул. Калинина, 13, Краснодар, Россия, 350044; e-mail: elena-popov@yandex.ru;
yanaskibina@yandex.ru

Цель: статья посвящена вопросам исследования сезонности в секторе вторичной переработки металлолома, в частности, сезонных колебаний собираемости черного и цветного лома. *Обсуждение:* с учетом положений Стратегии развития металлургической промышленности России на период до 2030 года, а также поручения Президента РФ от 23 февраля 2019 года обоснована актуальность экономических исследований в секторе вторичной переработки лома черных и цветных металлов. В контексте мер, направленных на повышение собираемости лома в стране, необходимо экономическое исследование собираемости лома, в частности, изучение ее сезонных колебаний. Проведено исследование временных рядов массы черного и цветного металлолома с помощью метода Четверикова. *Результаты:* для тренд-сезонных временных рядов массы лома по четырем позициям – медь, латунь, алюминий, черный металл – вычислены с помощью метода Четверикова значения сезонной компоненты и конкретные индексы сезонности, что дает возможность дальнейшего изучения, использования и прогнозирования собираемости металлического лома в регионе.

Ключевые слова: металлолом, сезонные колебания, черный металл, временной ряд, цветной металл, индекс сезонности.

DOI: 10.17308/meps.2019.12/2211

Введение

Модернизация металлургической отрасли признается стратегическим направлением, соответствующим интересам развития экономики нашей страны, что отражено в проекте Стратегии развития металлургической промышленности России на период до 2030 года. Достижение эффективных экономических показателей в данной отрасли экономики, согласно положениям стратегии, напрямую связано, в том числе с расширением использования отходов из металла и металлолома. Еще одним показателем заинтересо-

ванности государства в развитии возможностей, связанных с организацией сбора и переработкой вторичного металла, является поручение Президента РФ В.В. Путина от 23 февраля 2019 года № Пр-277, п. 16 – о совершенствовании правил обращения с ломом и отходами чёрных и цветных металлов, механизмов вовлечения указанных лома и отходов в повторный хозяйственный оборот, а также о введении процедуры их отчуждения путём продажи на публичных торгах, в том числе с использованием цифровых платформ. Таким образом, отрасль металлопереработки попала под пристальное внимание государственных структур. В связи с обозначенной государственной позицией актуальность приобретают экономические исследования в секторе вторичной переработки лома черных и цветных металлов.

Кроме того, вторичная переработка лома черных и цветных металлов способствует снижению затрат на строительство крупных предприятий по переработке руды, создание и поддержание сложной заводской инфраструктуры, на амортизацию дорогостоящего оборудования; снижению затрат на производство; уменьшению трудозатрат; снижению временных затрат на добычу сырья; экономии сырья, природных ресурсов, топлива, энергии; снижению уровня загрязнения окружающей среды; реализации государственных программ в сфере энергоэффективности и экологии; территориальному расширению предприятий металлургического комплекса и др. Для конечных потребителей готовой продукции особо значимым является тот факт, что вторичное использование черных и цветных металлов способствует сокращению обширного списка статей расходов. А экономия денежных средств, в свою очередь, отразится на себестоимости изделий из металла, что должно привести к снижению розничной цены [6, 8, 9, 12].

Актуальность экономических исследований в области вторичной переработки черных и цветных металлов диктуется также общими тенденциями развития металлургии в России и мире. Во-первых, металлургическая промышленность является одной из ведущих отраслей российской экономики. Во-вторых, развитие металлургической отрасли непосредственно влияет на развитие других отраслей экономики и народного хозяйства таких, как топливная энергетика, жилищное и инфраструктурное строительство, машиностроение, производство оборудования, химическая промышленность, оборонно-промышленный комплекс, производство посуды, бытовой техники и медицинских изделий, объем перевозок и др. В-третьих, занятость по стране в данном секторе экономики составляет порядка миллиона человек, более чем в 55 городах России металлургические предприятия являются градообразующими [9].

Конечно, нельзя не сказать о проблемах, которые сегодня испытывает отечественная металлургия, детерминированных как глобальными, так и региональными экономическими факторами. Среди негативных мировых тенденций эксперты отмечают: снижение спроса и цен на продукцию из металла, особенно заметна эта тенденция в секторе черной металлургии;

переизбыток производственных мощностей; замещение металлургической продукции композитными материалами и пластиками; проблемы сырьевой обеспеченности; рост требований к экологической безопасности промышленности. Среди проблем регионального характера: низкий спрос на продукцию металлургической промышленности на внутреннем рынке; неудовлетворительное состояние технического и технологического уровней российской металлургической отрасли, значительное изнашивание основных фондов, необходимость внедрения современных технологий, компьютеризации процессов производства; слабая конкурентоспособность ряда видов отечественной металлической продукции на мировом рынке металлургии; снижение темпов роста российской экономики [8].

Но несмотря на обозначенные проблемы, большинством экспертов прогнозируется рост для мировой и отечественной металлургии при реализации ряда оздоровительных мер: активизация развития машиностроительного комплекса; осуществление масштабного запуска инфраструктурного и жилищного строительства; строительство магистральных трубопроводов; развитие транспортной инфраструктуры; увеличение масштабов и ускорение темпов импортозамещения в таких отраслях, как химическая промышленность, производство посуды, бытовой техники и медицинских изделий; и, кроме того, за счет разработки и реализации мер, направленных на повышение обеспеченности российских предприятий металлоломом. В долгосрочной перспективе для увеличения масштабов использования вторичного металлического сырья предполагается организовать строительство небольших заводов по переработке металлолома. В среднесрочной перспективе разрабатываются и реализуются меры, направленные на снижение ограничений на импорт лома из других стран, а также повышение собираемости лома в стране.

Таким образом, актуальными становятся экономические исследования не только в области вторичной переработки металлолома, но и на каждом этапе этой переработки. В том числе на ее первичном этапе – сборе металлолома. Ведь повышению собираемости лома способствует выявление экономических закономерностей и характеристик этой самой собираемости, в частности, ее сезонных колебаний.

Методология исследования

Под сезонными колебаниями понимают регулярные, периодические наступления внутригодовых подъемов и спадов производства, грузооборота и товарооборота и т.д., связанных со сменой времени года, а под сезонностью – ограниченность годового периода работ под влиянием того же природного фактора [10].

Сезонность представляет из себя устойчивую, повторяющуюся во времени периодичность в развитии экономических явлений. Под ней понимаются любые экономические процессы, которые обусловлены календарными и (или) климатическими причинами. Необходимо также выявлять

факторы, детерминирующие сезонные колебания. Их в большинстве своем можно регулировать или, по крайней мере, учитывать их влияние на экономические процессы, что важно при осуществлении, совершенствовании и планировании процессов управления, технологических, организационно-экономических процессов. Чтобы можно было целенаправленно использовать и влиять на сезонность, нужно уметь ее выделять, измерять, анализировать и делать прогнозы относительно процессов, подверженных сезонным колебаниям, а также осуществлять долгосрочное, среднесрочное и текущее планирование [3, 5, 11].

Упорядоченная во времени последовательность наблюдений экономического процесса называется временным рядом, а если процесс подвержен периодическим колебаниям, имеющим определенный и постоянный период, равный годовому промежутку, то это так называемый тренд-сезонный временной ряд [2, 10].

В начале прошлого века Четвериковым разработан итерационный метод, позволяющий исключать влияние сезонных волн переменной структуры. С помощью данного метода исследуем ежемесячные временные ряды массы лома черных и цветных (медь, латунь, алюминий лом) металлов, сдаваемых в пункты приема металлолома в г. Краснодаре. Среди цветных металлов были выбраны медь, латунь и алюминий лом как позиции, имеющие ежедневные показатели массы, отличные от нуля. Другими словами, это наиболее часто сдаваемые цветные металлы. Период исследования временных рядов с 01.01.2015 по 01.01.2018.

Для начала по каждой из представленных позиций была построена диаграмма исходных данных. И произведена визуальная оценка полученного результата, позволяющая предположить наличие сезонности в данных временных рядах (рис. 1, 2, 3). На рисунке 3 представлены ежемесячные данные по массе лома цветных (медь, латунь, алюминий лом) и черных металлов за 2015-2018 гг. с дискретностью 1 год. Отметим, что исследуемые ряды имеют повторяющиеся подъемы и спады значений в одни и те же периоды года, другими словами, данным рядам присущи сезонные колебания.

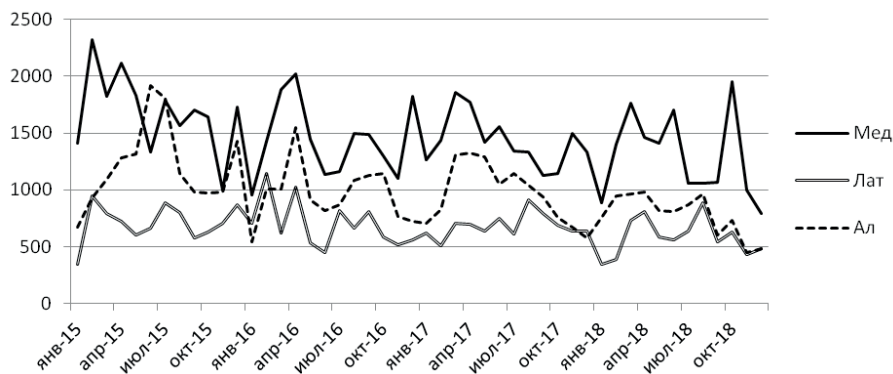


Рис. 1. Ежемесячные показатели массы цветного лома

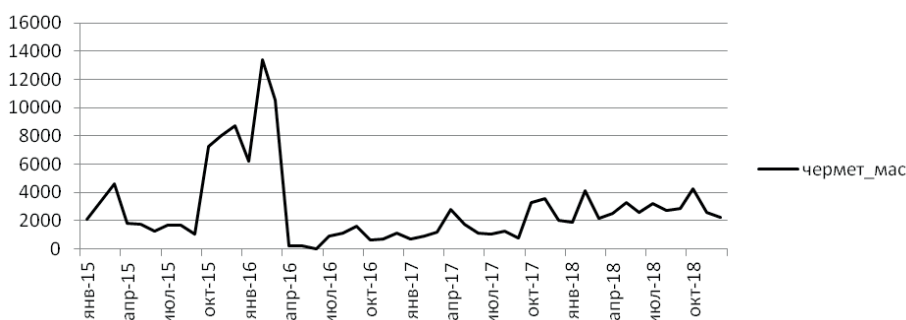


Рис. 2. Ежемесячные показатели массы черного лома

Далее исходные временные ряды исследовались с помощью метода Четверикова на наличие сезонной составляющей с вычислением конкретных значений индексов сезонности. Для наших рядов $P_0 = 12$, $t = 4$, таким образом, $P = t \times P_0 = 48$, где P_0 – число месяцев, а t – количество лет.

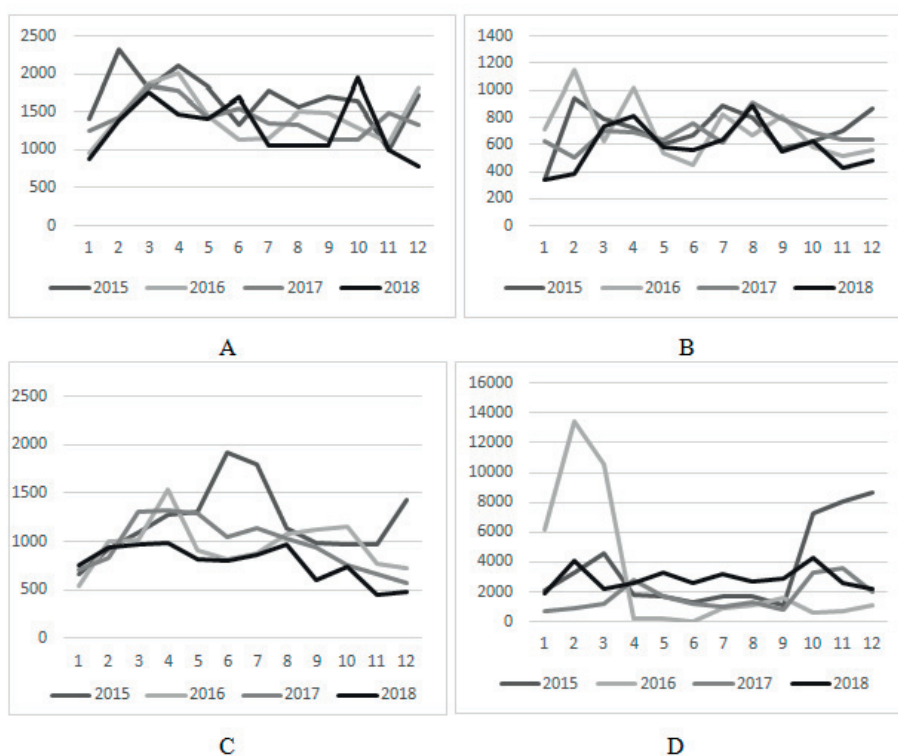


Рис. 3. Временные ежемесячные ряды массы лома: А – медь; В – латунь; С – алюминий; D – черный металл

Ниже представлено поэтапно проведенное авторами исследование в контексте данного метода.

1. Реализована процедура сглаживания эмпирического ряда X_p , где $p = \overline{1, P}$, с помощью скользящей средней с периодом сглаживания $P_0 = 12$. В расчетах использованы $P_0 + 1 = 13$ членов исходного ряда, из которых

первый и последний – с половинным весом. $\frac{P_0}{2}$ членов ряда в его начале и конце не участвовали при последующих стадиях работы.

2. Получена предварительная оценка тренда или $X_{kn} = U_{kn}$, где $k = \overline{1, t}$ и $n = \overline{1, P_0}$.

3. Очищен от тренда исходный эмпирический ряд $l_p = X_p - U_p$ или $l_{kn} = X_{kn} - U_{kn}$.

4. Вычислено среднеквадратическое отклонение величины l_{kn} для каждого года:

$$\sigma_k = \left[\frac{\sum_{n=1}^{P_0} l_{kn}^2 - \frac{(\sum_{n=1}^{P_0} l_{kn})^2}{P_0}}{P_0 - 1} \right]^{\frac{1}{2}}.$$

5. Получен нормированный остаточный ряд \widetilde{l}_{kn} , путем деления отдельных значений каждого месяца на отклонения соответствующего года,

$$\widetilde{l}_{kn} = \frac{l_{kn}}{\sigma_k}.$$

6. Вычислена предварительная средняя сезонная волна: $V_n^1 = \frac{\sum_{k=1}^t \widetilde{l}_{kn}}{t}$.

7. Получен ряд, лишенный предварительной сезонной волны: $U_{kn}^1 = X_{kn} - V_n^1 \sigma_k$.

8. Вторая итерация: вновь сглажен ряд скользящей средней по оставшимся пяти точкам. Результат – новая оценка тренда $U_{kn}^{(2)}$. Вычислено отклонение ряда $U_{kn}^{(2)}$ от исходного эмпирического ряда X_{kn} : $l^{(2)} = X_{kn} - U_{kn}^{(2)}$. Полученные отклонения обработаны как в пп. 4-6 для вычисления новых значений сезонной волны $V_n^{(2)}$.

При сравнении значений коэффициентов сезонной волны, полученных на первой и второй итерациях, отметим, что они незначительно отличаются друг от друга (рис. 4).

9. Вычислены окончательные значения сезонной компоненты временных рядов. Для этого сначала вычислены значения случайной компоненты ε_{kn} по формуле (1). Затем найдены значения коэффициентов напряженности S_k для каждого года (кроме первого и последнего, так как после повторного сглаживания в них осталось всего по 4 значения) по формуле (2). Далее определены окончательные значения сезонной компоненты V_{kn} временного ряда по формуле (3):

$$\varepsilon_{kn} = l_{kn}^{(2)} - V_n^{(2)}, \quad (1)$$

$$S_k = \frac{\sum_{n=1}^{P_0} l_{kn}^{(2)} \varepsilon_{kn}}{\sum_{n=1}^{P_0} \varepsilon_{kn}^2}, \quad (2)$$

$$V_{kn} = V_n^{(2)} S_k. \quad (3)$$

Полученные результаты представлены на рис. 5.

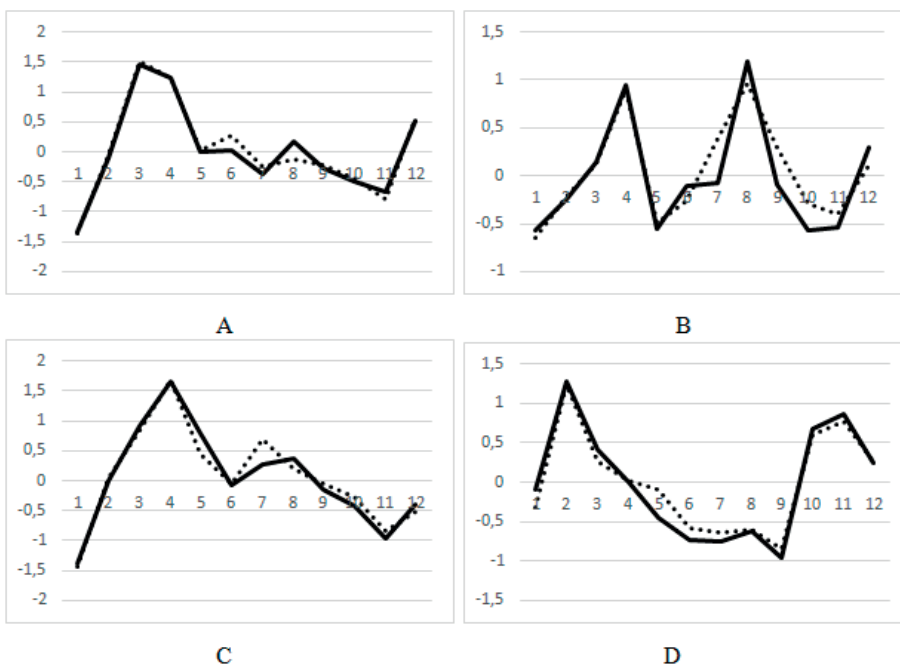


Рис. 4. Сравнение значений коэффициентов сезонной волны:
 А – медь, В – латунь, С – алюминий, D – черный металл

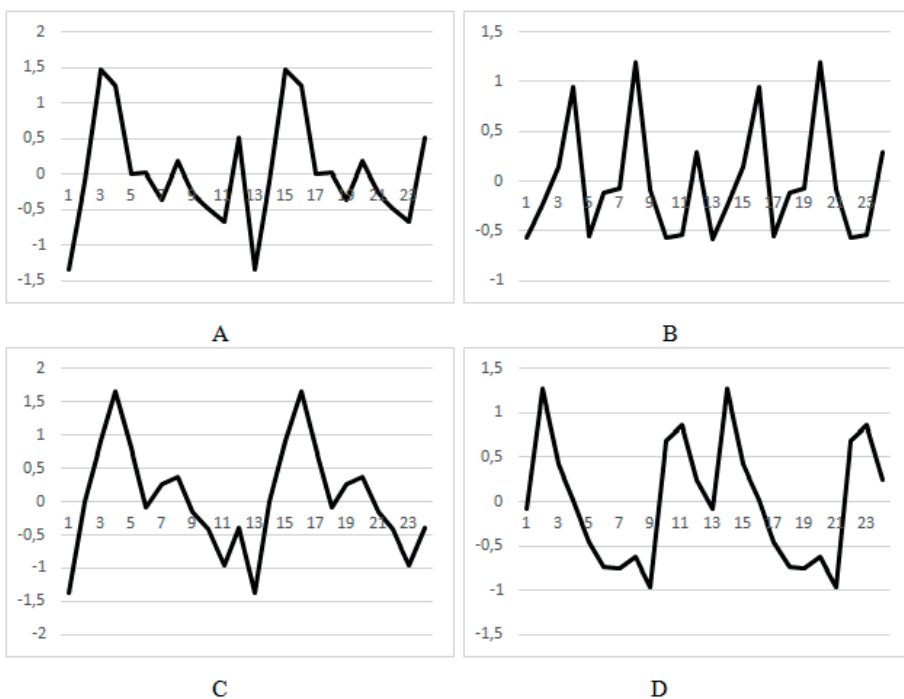


Рис. 5. Окончательные значения сезонной компоненты:
 А – медь; В – латунь; С – алюминий; D – черный металл

10. На завершающем этапе были вычислены индексы сезонности с использованием формул (4) и (5).

$$I_{kn} = \frac{U_{kn}^{(2)} + V_{kn}}{U_{kn}^{(2)}}, \quad (4)$$

$$I_n = \frac{\sum_{k=1}^t I_{kn}}{t} * 100\% . \quad (5)$$

Графическое представление индексов сезонности для рассмотренных временных рядов дано на рис. 6.

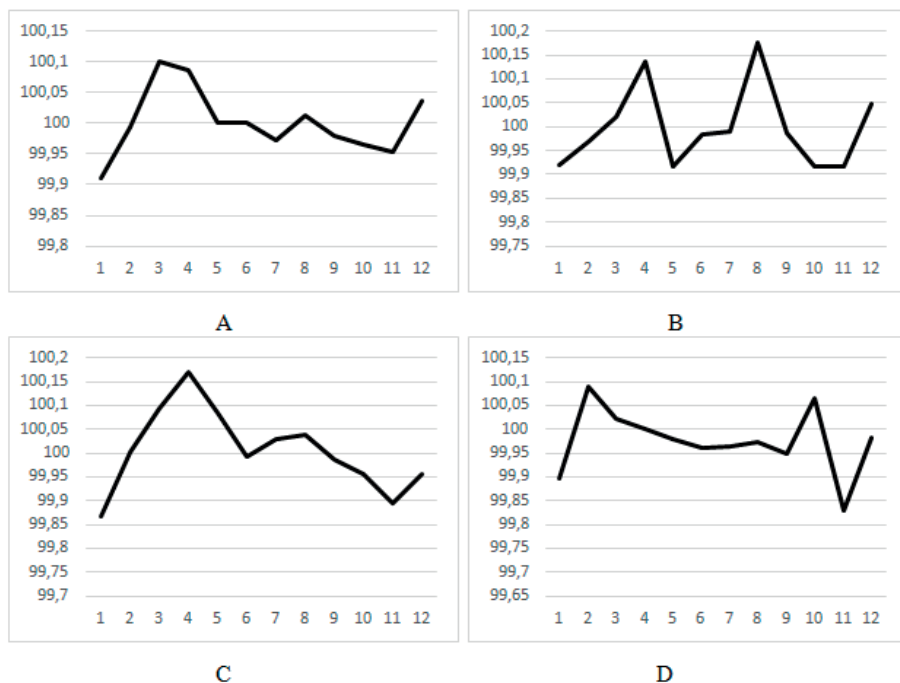


Рис. 6. Индексы сезонной волны: А – медь; В – латунь; С – алюминий; D – черный металл

Обсуждение результатов

Таким образом, для позиции «медь» значения сезонной волны выше тренда в марте, апреле, августе, декабре (пик – март, апрель), для позиции «латунь» – в марте, апреле, августе, декабре (пик – апрель, август), для позиции «алюминий лом» – в марте, апреле, мае, июле, августе (пик – март, апрель, май), для позиции «черный металл» – в феврале, марте, октябре (пик – февраль, октябрь).

На наш взгляд, сезонные колебания массы лома черных и цветных металлов, сдаваемых в пункты приема металлолома г. Краснодара, обусловлены следующими факторами. Во-первых, это сезонные колебания спроса и, соответственно, закупочной цены на металлолом. Конечными потребителями лома в крае являются местные металлоперерабатывающие комбинаты, а также комбинаты соседних регионов. Эти предприятия и определяют

закупочную цену на лом в регионе. В период активной закупки и накопления ими лома спрос повышается, увеличивая цену. К зимнему периоду, как правило, комбинаты создают запасы сырья на своих складах и работают за их счет. Соответственно сезонное возобновление закупок лома в начале весны приводит к росту цен на внутреннем рынке. Рост цен, в свою очередь, способствует росту объема сдачи. Второй фактор – это погодные условия. В весенние и летние месяцы они комфортны для сбора металлолома, отсюда увеличение массы приема для всех позиций в весенне-летний сезон. Позиция «черный металл» отличается от «цветных» своими пиками – февраль, октябрь. Дело в том, что одним из основных потребителей черного металла является стройка, которая оказывает влияние, в том числе и на спрос на черный металлолом. Поэтому сезонные пики – февраль и октябрь связаны, на наш взгляд, напрямую с подготовкой к началу и окончанием строительного сезона в крае. Повышение объема сдачи в декабре обусловлено приближающимися новогодними праздниками. А зимний обвал (ноябрь, январь, февраль) обусловлен помимо уже обозначенных выше спада спроса стройиндустрии на металлопродукцию из лома и неблагоприятных климатических условий, такими факторами, как зимние каникулы; лед в вагонах и в акваториях портов на экспортных направлениях; сложность очистки зимнего лома перед электроплавкой на заводах.

В настоящее время одной из самых распространенных форм прогнозирования является прогнозирование на основе временного ряда, которое позволяет определить цели развития, рассчитать объемы ресурсов для их достижения, осуществлять все виды планирования, минимизировать риски и потери [1, 4, 7]. Авторами планируется проведение дальнейшего исследования представленных в работе временных рядов для прогнозирования динамики развития процессов с использованием методов нелинейной динамики, для эффективного применения которых необходимо производить комплексный анализ временных рядов, в том числе учитывать сезонную компоненту, выделенную нами с помощью метода Четверикова в данной работе.

Список источников

1. Бессонов В.А. *Введение в анализ российской макроэкономической динамики переходного периода*. Москва, ИЭПП, 2003.
2. Кумратова А.М., Попова Е.В., Третьякова Н.В., Чикатуева В.Ю. Сезонные колебания временного ряда туристского потока // *Международный студенческий научный вестник*, 2014, no. 1, с. 19-24.
3. Кумратова А.М. Исследование тренд-сезонных процессов методами классической статистики // *Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ*, 2014, no. 09 (103). Доступно: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22830927> (дата обращения: 13.10.2019).
4. 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*. Воронеж, Воронежский государственный университет, 2015, с. 8-19.
5. Леншова Т.М., Попова Е.В., Савинская Д.Н., Чижиков С.А. *Рынок сахара: современные методы исследования динамики*: монография. Краснодар, ФГОУ ВПО КубГАУ, 2012.

6. Metallургический портал Metallplace.ru. Доступно: <http://metallplace.ru/> (дата обращения: 18.06.2019).
7. Петерс Э. *Хаос и порядок на рынке капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка*. Москва, Мир, 2000.
8. Попова Е.В., Скибина Я.В. Общие тенденции развития мировой и российской металлургии и специфические факторы, определяющие актуальность экономических исследований в области вторичной переработки лома черных и цветных металлов // *Сборник статей международной научно-практической конференции «Национальные экономики в условиях глобальных и локальных трансформаций»*. Москва, 2018, с. 80-83.
9. Попова Е.В., Скибина Я.В. Современное состояние и проблемы развития российской металлургической промышленности, определяющие актуальность экономических исследований в области сбора и вторичной переработки металлолома // *Тенденции развития науки и образования*, 2018, no. 45-2, с. 52-53
10. Федосеев В.В., Гармаш А.Н., Дайитбегов Д.М., Орлова И.В., Половников В.А. // *Экономико-математические методы и прикладные модели*. Москва, ЮНИТИ, 2001.
11. Четыркин Е.М. *Финансовая математика*. Москва, Дело, 2000.
12. Шутов В.А., Горкавой П.Г., Скибина Я.В. Экономическая обоснованность вторичной переработки лома черных и цветных металлов // *Сборник материалов X международного форума «Информационное общество: современное состояние и перспективы развития»*. Краснодар, 2018. Доступно: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32408695> (дата обращения: 22.07.2019).

RESEARCH OF TREND-SEASONAL TIME SERIES IN THE SPHERE OF RECYCLING OF FERROUS AND NON-FERROUS METALS

Popova Elena Vitaljevna, Dr. Sc. (Econ.), Prof.

Skibina Yana Vladimirovna, Assist. Prof.

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Kalinin st., 13, Krasnodar, Russia, 350044; e-mail: elena-popov@yandex.ru; yanaskibina@yandex.ru

Purpose: to study of seasonality in the sector of recycling of scrap metal, in particular seasonal fluctuations in the collection of black and non-ferrous scrap. *Discussion:* subject to the provisions of the development strategy of the metallurgical industry of Russia until 2030, as well as the instructions of the President of the Russian Federation of 23 February 2019 the urgency of economic research in the sector of secondary processing of ferrous and non-ferrous metals. In the context of measures aimed at increasing the collection of scrap in the country, an economic study of the collection of scrap, in particular the study of its seasonal fluctuations, is necessary. The study of the time series of the mass of black and non-ferrous scrap metal using the Chetverikov method. *Results:* for trend-seasonal time series of scrap weight for four positions – copper, brass, aluminum, ferrous metal, the values of the seasonal component and specific seasonality indices were calculated using the Chetverikov method, which makes it possible to further study, use and predict the collection of scrap metal in the region.

Keywords: scrap metal, seasonal fluctuations, ferrous metal, time series, non-ferrous metal, seasonality index.

References

1. Bessonov V.A. *Vvedenie v analiz rossijskoj makroekonomicheskoj dinamiki perekhodnogo perioda* [Introduction to the analysis of the Russian macroeconomic dynamics of the transition period]. Moscow, IEPP, 2003. (in Russ)
2. Kumratova A.M., Popova E.V., Tret'yakova N.V., Chikatueva V.Yu. Sezonnyye kolebaniya vremennogo ryada turistiskogo potoka [Seasonal fluctuations in the time series of tourist flow]. *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik*, 2014, no. 1, pp. 19-24. (in Russ.)
3. Kumratova A.M. Issledovanie trend-sezonnyh processov metodami klassicheskoj statistiki [Research of trend-seasonal processes by methods of classical statistics]. *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal KubGAU*, 2014, no. 09 (103). Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22830927> [accessed: 13.10.2019]. (in Russ.)
4. Kumratova A.M., Savinskaya D.N., Nezhenev A.I., Popova M.I. Modificirovannaya sistema modelej i metodov prognozirovaniya vremennyh ryadov s pamyat'yu [Modified system of time series forecasting models and methods with memory]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya*, Voronezh, Voronezh St. Univ. Publ, 2015, pp. 8-19. (in Russ.)
5. Lenshova T.M., Popova E.V., Savinskaya D.N., Chizhikov S.A. *Rynok sahara: sovremennye metody issledovaniya dinamiki*: monografiya [The sugar market: modern methods of research of dynamics: the

monograph]. Krasnodar, Kuban St. agrarian Univ. Publ, 2012. (in Russ.)

6. Metallurgicheskij portal Metallplace.ru. Available at: <http://metallplace.ru/> [accessed: 18.06.2019].

7. Peters E. *Haos i poryadok na rynke kapitala. Novyj analiticheskij vzglyad na cikly, ceny i izmenchivost' rynka* [Chaos and order in the capital market. A new analytical look at cycles, prices and market volatility]. Moscow, Mir, 2000. (in Russ.)

8. Popova E.V., Skibina Ya.V. Obshchie tendencii razvitiya mirovoj i rossijskoj metallurgii i specificheskie faktory, opredelyayushchie aktual'nost' ekonomicheskikh issledovanij v oblasti vtorichnoj pererabotki loma chernyh i cvetnyh metallov [General trends in the development of world and Russian metallurgy and specific factors determining the relevance of economic research in the field of recycling of ferrous and non-ferrous metals]. *Sbornik statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Nacional'nye ekonomiki v usloviyah global'nyh i lokal'nyh transformacij»*, Moscow, 2018, pp. 80-83. (in Russ)

9. Popova E.V., Skibina Ya.V. Sovremennoe sostoyanie i problemy razvitiya rossijskoj metallurgicheskoy promysh-

lennosti, opredelyayushchie aktual'nost' ekonomicheskikh issledovanij v oblasti sbora i vtorichnoj pererabotki metalloloma [The current state and problems of development of the Russian metallurgical industry, determining the relevance of economic research in the field of collection and recycling of scrap metal]. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*, 2018, no. 45-2, pp. 52-53. (in Russ)

10. Fedoseev V.V., Garmash A.N., Dajitbegov D.M., Orlova I.V., Polovnikov V.A. *Ekonomiko-matematicheskie metody i prikladnye modeli* [Economic and mathematical methods and applied models], Moscow, YUNITI, 2001. (in Russ.)

11. Chetyrkin E.M. *Finansovaya matematika* [Financial mathematics]. Moscow, Delo, 2000. (in Russ.)

12. Shutov V.A., Gorkavoj P.G., Skibina Ya.V. Ekonomicheskaya obosnovannost' vtorichnoj pererabotki loma chernyh i cvetnyh metallov [Economic feasibility of recycling of ferrous and non-ferrous metals]. *Sbornik materialov X mezhdunarodnogo foruma «Informacionnoe obshchestvo: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya»*, Krasnodar, 2018. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32408695> [accessed: 22.07.2019]. (in Russ.)