

УДК 338.27

И.Д. Тихоновская, аспирант,¹
г. Екатеринбург, Россия**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН НА ЛОМ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ
КАК КЛЮЧЕВОГО ФАКТОРА СИСТЕМЫ РЕСУРСООБЕСПЕЧЕНИЯ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В публикации рассмотрен аспект системы ресурсообеспечения предприятий, имеющих электро-сталеплавильное производство, в частности система обеспечения ломом черных металлов. Определено, что первоочередная цель данной системы – минимизация затрат на ресурсы, одновременно выступающая как необходимое условие повышения конкурентоспособности предприятия в условиях усиления воздействия на металлургическую отрасль негативных факторов внешней среды. Закупочные цены на лом черных металлов, устанавливаемые металлургическими предприятиями и являющиеся одним из целевых показателей системы ресурсообеспечения наряду с объемом закупок данного вида ресурсов, существенно зависят от конъюнктуры рынка. Таким образом, уровень цен на лом черных металлов на российском рынке выступает одним из ключевых факторов внешней среды, осуществляющих воздействие на систему ресурсообеспечения и предопределяющих управленческие решения относительно ее целевых показателей. Целью статьи является формирование качественной эконометрической модели прогнозирования цен на лом вида 3А на российском рынке. Среди статистических методов прогнозирования выбран метод множественной регрессии, получивший широкое распространение при решении аналогичных задач производственного характера. Значительное внимание в публикации уделено практическому аспекту прогнозирования. Предложено три вида актуальных на момент публикации эконометрических моделей, произведена интерпретация параметров качества, осуществлено прогнозирование на период с января по сентябрь 2015 г. Сделан вывод о возможности использования данных моделей в управленческой деятельности на металлургическом предприятии. Ожидается, что результаты прогнозирования будут способствовать совершенствованию существующей системы ресурсообеспечения, в частности в аспекте подготовки данных для дальнейшего использования при формировании наиболее оптимального графика закупки металлургическим предприятием лома черных металлов.

Ключевые слова: ресурсообеспечение; металлургическое предприятие; электросталеплавильное производство; лом черных металлов; конкурентоспособность; система; показатель; внешняя среда; цена; прогнозирование; фактор; множественная регрессия; предиктор; совершенствование; объем закупки.

Актуальность темы исследования

Актуальность темы исследования основывается на усилении воздействия на российские предприятия черной металлургии негативных факторов внешней среды. В наблюдаемых кризисных условиях резко упали показатели финансовой устойчивости, оборачиваемости, рентабельности предприятий отрасли. Металлургические заводы, производящие электросталь, сталкиваются с ужесточением конкурентной борь-

бы как на внутреннем, так и на внешних рынках, ростом сырьевых издержек, одновременно испытывая дефицит оборотных средств. Одним из путей решения данной проблемы в кризисных условиях является

¹ Тихоновская Ирина Дмитриевна – аспирант кафедры экономики и управления качеством продукции Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); e-mail: TihonovskayaID@yandex.ru.

повышение эффективности функционирования системы управления металлургическим предприятием, в частности системы ресурсообеспечения. От того, насколько эффективно построена данная система, насколько своевременно и адекватно принимаются управленческие решения, базирующиеся на ее выходных параметрах, зависят выживание и успех в конкурентной борьбе каждого из участников данного рынка.

Как отмечает О. Б. Оглуздина, «... к настоящему времени учеными-экономистами предложено множество вариантов улучшения конкурентных позиций. Используемые подходы можно разделить на две направления. Одно направление ориентировано на использование внешних возможностей и нивелирование рисков конкурентной рыночной среды. Другое, противоположное ему, направление повышения конкурентоспособности концентрирует внимание на внутрисистемном развитии предприятия и раскрытии потенциала аккумулированных ресурсов» [1]. Представляется, что комбинирование данных подходов в рамках совершенствования системы управления может принести наибольший экономический эффект и за счет этого повысить конкурентоспособность металлургического предприятия.

Степень изученности и проработанности проблемы

Проблемы ресурсообеспечения предприятий различных сфер народного хозяйства рассмотрены рядом авторов, в том числе Ю. Э. Аппановой, Д. Д. Александровой, И. В. Венгеровой, В. И. Качаловым, Е. М. Крюковой, А. Р. Кудлаевой, Л. В. Снитко, К. А. Семченко и др. При этом разработки методического инструментария управления отдельными видами ресурсов сложно унифицировать и систематизировать, т. к. само ресурсообеспечение в данных работах трактуется применительно

к отдельным отраслям и в зависимости от рассматриваемого вида ресурсов рассматривается как с позиций стратегического менеджмента, так и логистики и управления цепями поставок, управления финансами, персоналом и других наук и дисциплин.

Основываясь на исследованиях упомянутых авторов и собственных результатах, для целей данной статьи система ресурсообеспечения определена как комплекс, состоящий из металлургического предприятия-потребителя и поставщиков ресурсов, связанных материальными потоками в виде поставок ресурсов в адрес потребителя, денежными и информационными потоками. В динамическом аспекте система ресурсообеспечения представляет собой процесс закупки ресурсов производственным предприятием. Динамический аспект подразумевает реализацию всех функций управления данным процессом, т. е. выполнение анализа, включая своевременную оценку изменения внешней среды, планирования, организации, координации и контроля над системой ресурсообеспечения с целью повышения ее эффективности, т. е. минимизации затрат на ресурсы при условии выполнения производственных планов предприятия.

Объектом исследования в данной статье выступает металлургическое предприятие, осуществляющее выплавку стали в электропечах (далее – металлургическое предприятие). Цель исследования – совершенствование системы ресурсообеспечения металлургического предприятия посредством снижения затрат на ресурсы, в частности на лом черных металлов.

Система ресурсообеспечения металлургического предприятия, характеризуясь свойствами открытой системы, осуществляет непрерывное взаимодействие с внешней средой, что отражено на рис. 1.

Идентификацию состояния системы ресурсообеспечения предлагается осуществ-

влять посредством оценки ее параметров или показателей. К ним относятся закупочные цены на лом черных металлов конкретного металлургического предприятия, его потребность в данном виде ресурсов, запасы, закупка и потребление лома. Получая импульс со стороны внешней среды, система осуществляет воздействие на данные показатели. Одним из критериев эффективности системы ресурсообеспечения может стать отношение стоимости закупленного лома к выручке от реализации готовой металлургической продукции. Целью предприятия должно являться снижение данного показателя. Целевой уровень должен быть определен в зависимости от вида конечной продукции.

Так как стоимость конечной продукции является нерегулируемым параметром для системы ресурсообеспечения, достижение цели может быть достигнуто посредством снижения стоимости закупленного лома.

Закупочные цены на лом черных металлов, таким образом, выступают одним из целевых показателей системы наряду с объемами закупки лома металлургическим предприятием в определенный период времени. Задачами исследования выступает формирование рекомендаций к определению двух вышеобозначенных целевых показателей системы ресурсообеспечения.

Закупочные цены на лом металлургического предприятия не устанавливаются исходя из какого-либо конкретного метода ценообразования. По мнению Д. Н. Лыкошева, цена на лом черных металлов «...формируется под влиянием как производственных, так и многочисленных рыночных факторов. Их значение и влияние различно в зависимости от изменения составляющих экономической ситуации: уровня общественно необходимых затрат труда, качества, полезных свойств товаров и этапа их жизненного цикла, факто-

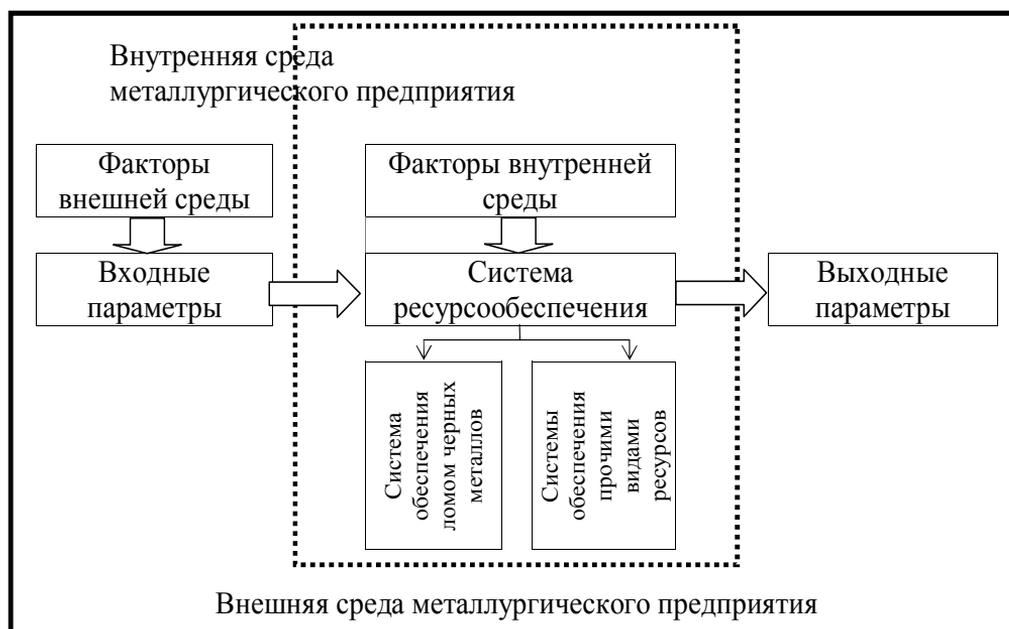


Рис. 1. Схема взаимодействия системы ресурсообеспечения электрометаллургического предприятия и внешней среды

ров, определяющих соотношение спроса и предложения на рынке товаров» [2]. Также лом черных металлов не относится к категории товаров, порядок ценообразования на которые регулируется государством. По структуре российский рынок близок к монополистической конкуренции. Большое количество участников рынка, относительно низкие барьеры для входа повышают уровень конкуренции среди поставщиков лома, заставляя их устанавливать цены, следуя за конкурентами. Средний уровень закупочных цен на рынке выступает, таким образом, фактором, оказывающим существенное влияние на систему ресурсообеспечения. В рамках данной статьи предполагается, что цены на лом черных металлов аккумулируют в себе влияние других факторов внешней среды на рынке. Таким образом, для того чтобы принимать решение о наиболее выгодном периоде закупки лома черных металлов, необходимо непрерывно осуществлять оценку текущего состояния внешней среды и прогнозирование цен на рынке.

Следует отметить, что металлолом является одним из важнейших ресурсов современной цивилизации. Особое значение имеет лом черных металлов (стальной). Данный вид сырья является основным для производства электростали, составляя в среднем около 85 % от шихты электросталеплавильного производства. Уровень рециклинга промышленного лома достигает в промышленно развитых странах в среднем 40–43 %, а в отдельных странах (Япония, США) превышает 50 % общего объема производимой стальной продукции [3].

В настоящий момент на российском рынке лома черных металлов наблюдается ряд тенденций, вызывающий рост цен на данный вид ресурсов:

1. Изменение структуры металлофонда в сторону увеличения доли легковесного лома, связанное со снижением объема об-

разования оборотного лома. Доля стали, разлитой непрерывным способом, в общем объеме производства стали составляет: в Японии – 96–97 %, США – 93–94 %, Китае – 54–55 %, странах ЕС – 95–96 %, России – около 80 %. С 2007 г. показатель вырос на 9 % и данная тенденция будет наблюдаться в дальнейшем вследствие повышения качества металла, разлитого на МНЛЗ, по сравнению с разливкой стали в изложницы [4].

2. Опережающий рост потребностей металлургических производств в металлоломе по сравнению с приростом металлофонда. Согласно данным ЦНИИЧМ им. Бардина, размер металлофонда РФ на 2012 г. составлял приблизительно 1,6 млрд т. Далее прогнозировался его монотонный прирост, и к 2021 г. показатель был оценен в 1,867 млрд т по консервативному сценарию и 1,874 млрд т по форсированному сценарию. Объемы образования лома на прогнозный период составляют от 36 до 47 млн т в год. При этом объемы внутреннего потребления лома черных металлов оцениваются институтом в размере от 31 и до 45 млн т, объемы экспорта лома составят от 4,7 млн т с тенденцией к сокращению до 2,5 млн т [5, 6]. Таким образом, в исследовании при консервативном варианте развития металлургической отрасли вероятность наступления «дефицита» лома в большей степени зависит от объемов потребностей металлургических производств. При различных вариантах развития (консервативном и форсированном) величина разницы между спросом и предложением может оставлять от 1,5 до -0,3 млн т лома в год. То есть при форсированном варианте развития предполагается, что к 2019 г. на российском рынке лома наступит «дефицит». В то же время необходимо обратить внимание, что планы по введению в эксплуатацию производственных мощностей по выплавке стали, учтенные ЦНИИЧМ им. Бардина, являются

актуальными на момент исследования. Как стало известно за период после составления исследования перечень планируемых мероприятий является более широким, соответственно, увеличивается прогнозируемый объем потребления лома. Так, с учетом новых предприятий и при условии 100-процентной загрузки производства выплавка стали к 2020 г. может составить более 90 млн т стали, что может увеличить величину потребности в ломе российских предприятий при средних расходных коэффициентах еще на 2 млн т лома в год. Таким образом, при вводе в эксплуатацию всех заявленных проектов в долгосрочной перспективе величина годового «дефицита» может вырасти до 2,3 млн т. Очевидно, что данный фактор будет способствовать конкурентной борьбе и являться фактором повышения цен на лом.

3. Расширение географии закупок переработчиками лома. Металлолом – товар, и схема его закупки, дальнейшей подготовки, транспортировки и реализации становится более разветвленной. Это объясняется, с одной стороны, расположением металлургических производств и основных заготовителей металлолома, в т. ч. экспортных организаций, в промзонах (в т. ч. портах) крупных городов, а с другой стороны, удаленностью источников вторичного сырья в городских районах и сельских местностях. Например, по итогам 2013 г. вне УрФО суммарная закупка пяти крупнейшими металлургическими предприятиями Урала составляла всего 9 %. В 2014 г. рост потребления и необходимость привлечения дополнительных объемов заставила их увеличить долю закупок в соседних федеральных округах до 16 %. Увеличение рассредоточения лома на больших территориях приводит к необходимости заготовки металлолома с дальних расстояний и росту затрат на транспортировку.

Обозначенные выше тенденции обосновывают изменение условий внешней сре-

ды, в частности формирование тенденции к повышению цен на рынке металлолома в долгосрочной перспективе, что может негативно отразиться на сырьевой безопасности и конкурентоспособности металлургического предприятия. Очевидно, что повышение цен на лом ведет к ухудшению конкурентоспособности металлургических предприятий за счет увеличения сырьевых затрат и, соответственно, себестоимости готовой продукции. Рост цен на лом порождает неопределенность, связанную с необходимостью непрерывного поиска резервов снижения сырьевых затрат, ставится под угрозу уровень сырьевой безопасности предприятия. Однако одной из ключевых особенностей ценообразования на российском рынке лома является фактически «спотовый» характер контрактации и высокая волатильность уровня цен, который зависит от множества факторов. Поэтому в условиях усиления конкурентной борьбы за более дешевое сырье возникает необходимость понимания рыночных процессов, прогнозирования цен на лом и принятия обоснованных стратегических и тактических решений при формировании графиков закупки лома.

Высокая важность прогнозирования цен на металлургическую продукцию и ресурсы подчеркивается в научно-практической литературе. Так, А. Г. Маланичев говорит о том, что «для стратегического планирования в горно-металлургических компаниях вместо использования внешнего консенсус-прогноза цен на сталь и сырье целесообразна разработка внутренней системы прогнозирования, основанная на собственном представлении о развитии макросреды и факторах, влияющих на цену» и предлагает сценарно-модельный комплекс, предназначенный для разработки сценариев и прогнозирования долгосрочной динамики мировых цен на сталь и металлургическое сырье [7]. Также результаты прогнозиро-

вания цен на лом черных металлов с помощью различных методов представлены в работах Е. М. Крюковой, К. А. Семченко, Т. А. Баландиной, Ю. В. Сидельникова и других авторов.

Целью прогнозирования цен на металлолом будет являться обеспечение данных для принятия стратегических управленческих решений относительно объемов закупки металлолома и формирования запасов в прогнозируемый период.

Предлагаемые методы и подходы и их оригинальность (новизна)

В современной статистической литературе выделяются следующие методы прогнозирования:

1. Эвристические (интуитивные) методы прогнозирования.

2. Формализованные методы, основными из которых являются скользящие средние, простое и экспоненциальное сглаживание, регрессионные и авторегрессионные методы, и другие.

3. Комбинированные методы [8, 9, 10].

Исходя из данных прошлых лет, при прогнозировании цен на лом наиболее часто используется экспертно-интуитивный метод. Он отличается отсутствием формализованной методики и простотой применения. Важность экспертно-интуитивного метода прогнозирования высока в условиях нестабильности внешней среды как на микро-, так и на макроуровне. Даже в том случае, когда имеются достаточные данные для использования формализованных методов прогнозирования, значительные изменения в условиях внешней среды, оказывающие влияние на временной ряд, могут сделать использование данных и закономерностей прошлых периодов не подходящими для прогнозирования будущих значений временного ряда [9]. Поэтому при использовании формализованных методов прогнозирования всегда рекоменду-

ется принимать во внимание экспертные мнения, учитывающие те факторы, влияние которых в будущем невозможно определить с помощью сугубо математических методов.

Формализованные методы прогнозирования, в частности статистические методы, позволяют основываться на полученных результатах, когда есть возможность получить достаточный набор фактов и измеряемых показателей, отражающих характеристики исследуемой прогнозной ситуации или технической системы в стабильных условиях развития. Формализованные методы являются более точными для прогнозирования в долгосрочной перспективе, т. к. изменения в факторных переменных не столь подвержены случайным ошибкам, как в краткосрочной перспективе [9]. При этом данная группа методов помогает нивелировать следующие недостатки интуитивных методов: отсутствие формализации с точки зрения процесса и полученного результата, субъективизм оценок, ограниченность эксперта своей предметной областью [10].

Среди наиболее популярных статистических методов следует выделить прогнозирование на основе корреляционно-регрессионного анализа. Очевидная экономическая интерпретация результатов линейной регрессии – одна из основных причин ее применения в исследовании и прогнозировании экономических процессов [10]. Требования к исходным данным для рассматриваемого метода прогнозирования являются менее строгими, чем при использовании моделей экстраполяции временных рядов, и заключаются в однородности, сопоставимости и устойчивости; отсутствует необходимость предварительной проверки ряда на стационарность. К достоинствам регрессионных моделей также относится среднесрочный горизонт планирования (3–12 шагов вперед, в то время как для метода скользящих средних и экспоненциального сглаживания горизонт

планирования составляет только 1–3 шага вперед) [8, 10, 11].

Таким образом, выбор регрессионной модели прогнозирования цен на лом черных основан на низкой трудоемкости подготовки данных, приемлемом горизонте планирования и наглядности результатов. Очевидно, что изменение цен на лом подвержено влиянию ряда показателей, следовательно, модель будет многофакторной.

Основные этапы построения прогностической многофакторной регрессионной модели представлены на рис. 2.

На 1–2-м этапах построения регрессионной модели на основе проведенных ранее исследований были определены факторы-аргументы (факторы-предикторы, регрессоры), которые оказывают воздействие на изучаемый показатель.

На данный момент автору не известны формализованные методы поиска факторов-аргументов. В литературе принято считать, что первоначальный перечень предикторов определяется экспертными методами на основе предположения о значимости, т. е. способности существенным образом

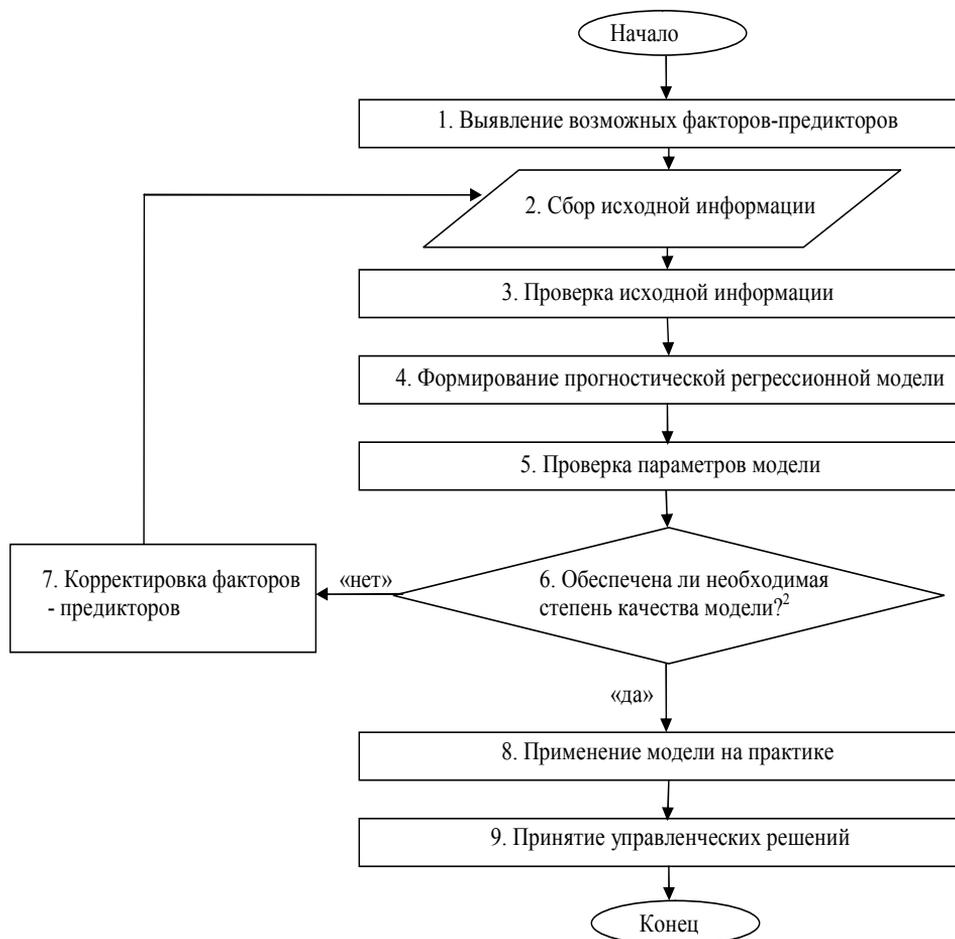


Рис. 2. Этапы построения регрессионной модели

² Необходимая степень качества модели может определяться экспертным методом

объяснить вариацию результативной переменной [12].

Факторы-аргументы должны отвечать следующим условиям: во-первых, иметь количественное измерение (качественным факторам необходимо придать количественную определенность); во-вторых, иметь перспективные оценки значений на прогнозируемый период; в-третьих, быть линейно независимыми, для чего проводится проверка факторов на интеркорреляцию и мультиколлинеарность [10, 13].

При формировании модели прогнозирования цен на металлолом в качестве основы была использована трехуровневая модель факторов, разбитых по трем уровням значимости влияния на состояние и развитие системы ресурсобеспечения металлургических комплексов вторичным сырьем К. А. Семченко [14]. При этом для более полного охвата возможных факторов-предикторов предлагается разделение на группы:

1. Предикторы внешней микросреды электрометаллургического предприятия (отраслевые).
2. Предикторы внешней мезо- и макросреды электрометаллургического предприятия (межотраслевые и общегосударственные).

В случае если прогнозирование цен на лом осуществляется для отдельного электрометаллургического предприятия, предлагается ввод третьей группы – предикторов внутренней среды предприятия. К ним могут относиться объемы выплавки электростали, величина кредиторской задолженности перед поставщиками лома, объемы запасов на начало периода и другие.

Для текущей задачи прогнозирования цен на лом на российском рынке первоначально были отобраны следующие предикторы внешней микросреды:

1. Цена на металлолом вида 3А на внутреннем рынке, СРТ руб./т без НДС (сред-

невзвешенная по поставкам ж/д и автотранспортом) ($\Pi_{\text{мвн}}$).

2. Цена на арматуру на внутреннем рынке, 10–32 мм, А500С, СРТ, руб./т с НДС, ($\Pi_{\text{авн}}$).

3. Цена на металлолом экспортная, СРТ Ростов-на-Дону, руб./т, ($\Pi_{\text{мсрл}}$).

4. Цена на передельный чугун, EXW руб./т с НДС, ($\Pi_{\text{пч}}$).

5. Поставки металлолома на внутреннем рынке, тыс. т (ж/д и автотранспортом), ($V_{\text{мвн}}$).

6. Цена на квадратную заготовку на экспортном рынке, руб./т с НДС, ($\Pi_{\text{квазг}}$).

7. Объем экспорта металлолома, тыс. т, ($V_{\text{мэкср}}$).

8. Потребность в ломе на внутреннем рынке, тыс. т, ($V_{\text{потрм}}$).

9. Запасы лома на складах металлургических предприятий на начало месяца, тыс. т, ($V_{\text{запм}}$).

10. Цены на металлолом HMS 1/2 80:20, CFR Турция, \$/т, ($\Pi_{\text{мсрл}}$).

Предикторы внешней мезо- и макросреды:

11. Курс доллара, руб./\$, (\$).

12. Инфляция, п.п., (I).

13. Ставка рефинансирования, п.п., (IR).

Для моделирования использованы данные ежемесячно с января 2010 г. по декабрь 2014 г. Источниками данных выступили статистические базы данных ФСГС РФ, информационного агентства «Металл-Эксперт», ЦБ РФ, экспертные оценки участников рынка³. Объем выборки по каждому из указанных факторов составил 60 единиц.

На 3-м этапе построения регрессионной модели была оценена исходная информация, необходимая для корреляционного анализа.

Для предотвращения неустойчивости оценок значений факторов была проведена

³ URL: <http://www.gks.ru>

URL: <http://metalexper-group.com>

URL: <http://cbr.ru>

проверка факторов на мультиколлинеарность методом анализа корреляционной матрицы, в которой были рассчитаны попарные коэффициенты корреляции Пирсона, представленной в табл. 1.

Анализ парных коэффициентов корреляции говорит о высокой ($|r| \geq 0,7$) степени связи между парами показателей: $\Pi_{\text{мсрт}}$ и $\Pi_{\text{квзаг}}$, $V_{\text{потрм}}$ и $V_{\text{мвн}}$, $V_{\text{мэксп}}$ и $V_{\text{мвн}}$. На этапе моделирования предлагается не исключать наименее связанные с результативным признаком факторы, но осуществлять проверку на предмет одновременного присутствия в разрабатываемой модели обоих факторов из коллинеарных пар.

Далее были отобраны наиболее существенные факторы для построения регрессионной модели. При отборе факторов учитывались следующие условия:

- 1) были выявлены причинно-следственные связи между показателями;

- 2) были выбраны наиболее значимые факторы, которые оказывают решающее воздействие на результативный показатель. Для выявления значимости факторов может быть использован когнитивный подход, факторный анализ, корреляционный и регрессионный анализ [14]. При этом связь между результативным показателем и факторами не должна быть функциональной, а число включаемых в модель факторов должно быть меньше числа данных ряда в три раза.

Необходимо обратить внимание на то, что связь может проследиваться между рядом результирующего фактории и фактора-аргумента, сдвинутого на несколько шагов во времени. В связи с этим перечень факторов-аргументов был дополнен рядами с временными лагами (месяц, величина указана в скобках):

1. Курс доллара (-1), руб./\$, ($\$_{-1}$).

Таблица 1

Корреляционная матрица факторов изменения цен на лом
на внутреннем рынке⁴

	$\Pi_{\text{авн}}$	$\Pi_{\text{мсрт}}$	$\Pi_{\text{пч}}$	$V_{\text{мвн}}$	$\Pi_{\text{квзаг}}$	$V_{\text{мэксп}}$	$V_{\text{потрм}}$	$V_{\text{запм}}$	$\Pi_{\text{мсфр}}$	\$	I	IR
$\Pi_{\text{авн}}$	1,00											
$\Pi_{\text{мсрт}}$	0,53	1,00										
$\Pi_{\text{пч}}$	0,63	0,51	1,00									
$V_{\text{мвн}}$	0,57	0,19	0,51	1,00								
$\Pi_{\text{квзаг}}$	0,59	0,80	0,49	0,28	1,00							
$V_{\text{мэксп}}$	0,53	0,45	0,51	0,70	0,37	1,00						
$V_{\text{потрм}}$	0,57	0,19	0,54	0,98	0,26	0,67	1,00					
$V_{\text{запм}}$	0,04	0,31	-0,07	-0,35	0,21	-0,01	-0,36	1,00				
$\Pi_{\text{мсфр}}$	0,36	0,26	0,32	-0,08	0,37	0,07	-0,12	0,12	1,00			
\$	0,02	0,41	-0,01	0,12	0,44	0,14	0,14	0,14	-0,63	1,00		
I	-0,23	0,11	-0,30	-0,35	0,18	-0,22	-0,32	0,14	-0,27	0,54	1,00	
IR	0,22	0,01	-0,13	0,11	0,35	-0,03	0,09	-0,02	-0,11	0,40	0,37	1,00

⁴ Выделенные курсивом коэффициенты корреляции являются значимыми при уровне доверительной вероятности $p = 95\%$ (двухсторонняя).

Тихоновская И.Д.

2. Поставки металлолома на внутреннем рынке (+1), тыс. т (ж/д и автотранспортом), ($V_{\text{мвн}+1}$).

3. Запасы лома на складах металлургических предприятий (+1), тыс. т, ($V_{\text{запм}+1}$).

4. Запасы лома на складах металлургических предприятий (+2), тыс. т, ($V_{\text{запм}+2}$).

5. Запасы лома на складах металлургических предприятий (+3), тыс. т, ($V_{\text{запм}+3}$).

Далее были определены коэффициенты корреляции между результирующим фактором – цене на металлолом на внутреннем рынке – и перечисленными факторами-аргументами.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между ценой на металлолом на внутреннем рынке и факторами-аргументами⁵

	$\Pi_{\text{авн}}$	$\Pi_{\text{мсрт}}$	$\Pi_{\text{пч}}$	$V_{\text{мвн}}$	$V_{\text{мвн}+1}$	$V_{\text{мэкср}}$	$V_{\text{запм}}$	$V_{\text{запм}+1}$
$\Pi_{\text{мвн}}$	0,56	0,84	0,39	0,34	0,35	0,33	0,31	0,26

Продолжение табл. 2

	$V_{\text{запм}+2}$	$V_{\text{запм}+3}$	$\Pi_{\text{мсфр}}$	\$	$\$_{-1}$	I	IR
$\Pi_{\text{мвн}}$	0,17	0,12	0,20	0,51	0,38	0,29	0,41

⁵ Выделенные курсивом коэффициенты корреляции являются значимыми при уровне доверительной вероятности $p = 95\%$

На 4-м этапе построения регрессионной модели изучается характер и моделируется связь между факторами и результирующим показателем, т. е. подбирается и обосновывается математическое уравнение, которое наиболее точно выражает сущность исследуемой зависимости.

Предполагается, что факторы связаны зависимостью вида, представленной в формуле (1):

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n, \quad (1)$$

где Y – зависимая переменная (цена на металлолом вида 3А на внутреннем рынке);

x_i – независимые факторы (переменные, предикторы, регрессоры);

b_i – регрессионные коэффициенты.

Для формирования аналитического вида модели был использован специализирован-

ный пакет IBM SPSS Statistics Version 20. В разделе меню «Анализ» была выбрана линейная регрессия. При вводе параметров модели был выбран метод шагового отбора, доверительный интервал был установлен на уровне 95 %.

Исходя из различных комбинаций факторов с учетом наименьшей средней ошибки, были выбраны три вида модели:

1. Модель 1 (параметры описаны в табл. 3–6):

Предикторы: (конст), $\Pi_{\text{мсрт}}$, $V_{\text{запм}}$, IR .

Зависимая переменная: $\Pi_{\text{мвн}}$.

Модель 2 (параметры описаны в табл. 7–10):

Предикторы: (конст), $\Pi_{\text{мсрт}}$, IR , $V_{\text{мвн}+1}$, $V_{\text{запм}+1}$

Зависимая переменная: $\Pi_{\text{мвн}}$

Таблица 3

Сводка для модели 1

Модель	R	R -квадрат	Скорректированный R -квадрат	Стд. ошибка оценки	Дурбин – Уотсон
1	0,9105	0,837	0,828	355,58364	1,510

Таблица 4

Дисперсионный анализ модели 1

Модель		Сумма квадратов	Ст.св.	Средний квадрат	<i>F</i>	Знч.
1	Регрессия	36380579,292	3	12126859,764	95,910	0,000
	Остаток	7080624,572	56	126439,725		
	Всего	43461203,865	59			

Таблица 5

Коэффициенты модели 1

Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	<i>T</i>	Знч.
		<i>B</i>	Стд. ошибка	Бета		
1	(Константа)	1391,302	547,584		2,541	0,014
	$\Pi_{мерт}$	0,815	0,050	0,926	16,338	0,000
	$V_{запм}$	-0,270	0,057	-0,270	-4,753	0,000
	<i>IR</i>	186,186	42,241	0,238	4,408	0,000

Таблица 6

Статистики остатков модели 1

Показатели	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение	<i>N</i>
Предсказанное значение	7519,4238	11632,5625	9662,0389	785,25154	60
Остаток	-577,46472	771,87329	0,00000	346,42544	60
Стд. предсказанное значение	-2,729	2,509	0,000	1,000	60
Стд. остаток	-1,624	2,171	0,000	0,974	60

Таблица 7

Сводка для модели 2

Модель	<i>R</i>	<i>R</i> -квадрат	Скорректированный <i>R</i> -квадрат	Стд. ошибка оценки	Дурбин – Уотсон
2	0,915	0,837	0,825	359,13656	1,592

Таблица 8

Дисперсионный анализ модели 2

Модель		Сумма квадратов	Ст. св.	Средний квадрат	<i>F</i>	Знч.
2	Регрессия	36367355,086	4	9091838,772	70,491	0,000
	Остаток	7093848,778	55	128979,069		
	Всего	43461203,865	59			

Таблица 9

Коэффициенты модели 2

Модель		Нестандартизованные коэф- фициенты		Стандартизо- ванные коэф- фициенты	T	Знч.
		B	Стд. ошибка	Бета		
4	(Константа)	668,202	618,749		1,080	0,285
	$\Pi_{\text{мрт}}$	0,798	0,050	0,907	15,827	0,000
	IR	196,190	42,683	0,251	4,596	0,000
	$V_{\text{мвн}+1}$	0,300	0,123	0,155	2,447	0,018
	$V_{\text{зан}+1}$	-0,148	0,066	-0,149	-2,252	0,028

Таблица 10

Статистики остатков модели 2

Показатели	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. откло- нение	N
Предсказанное значе- ние	7541,9648	11548,2012	9662,0389	785,10881	60
Остаток	-701,22742	729,32544	0,00000	346,74879	60
Стд. предсказанное значение	-2,700	2,402	0,000	1,000	60
Стд. остаток	-1,953	2,031	0,000	0,966	60

Модель 3 (параметры описаны в табл. 11–14):

Предикторы: (конст) $\Pi_{\text{мрт}}$, IR, $V_{\text{мвн}+1}$, $\Pi_{\text{авн}}$,
 $V_{\text{макс}}$
Зависимая переменная: $\Pi_{\text{мвн}}$

Таблица 11

Сводка для модели 3

Модель	R	R-квадрат	Скорректирован- ный R-квадрат	Стд. ошибка оценки	Дурбин – Уот- сон
3	0,920	0,846	0,832	352,23380	1,565

Таблица 12

Дисперсионный анализ модели 3

Модель		Сумма квадратов	Ст. св.	Средний ква- драт	F	Знч.
3	Регрессия	36761496,857	5	7352299,371	59,260	0,000
	Остаток	6699707,008	54	124068,648		
	Всего	43461203,865	59			

Таблица 13

Коэффициенты модели 3

Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	T	Знч.
		B	Стд. ошибка	Бета		
3	(Константа)	338,743	597,472		0,567	0,573
	$\Pi_{\text{мсп}}$	0,991	0,099	1,127	10,037	0,000
	IR	258,703	51,857	0,330	4,989	0,000
	$V_{\text{мвн+1}}$	0,554	0,112	0,286	4,962	0,000
	$\Pi_{\text{авн}}$	-0,131	0,062	-0,241	-2,110	0,039
	$V_{\text{эксп}}$	-0,990	0,484	-0,126	-2,047	0,046

Таблица 14

Статистики остатков модели 3

Показатели	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение	N
Предсказанное значение	7635,3379	11347,0439	9662,0389	789,35177	60
Остаток	-812,40234	653,71210	0,00000	336,97827	60
Стд. предсказанное значение	-2,568	2,135	0,000	1,000	60
Стд. остаток	-2,306	1,856	0,000	0,957	60

Таким образом, по итогам моделирования предлагается три вида многофакторной регрессионной модели прогнозирования цен на лом черных металлов, аналитический вид которых представлен ниже в формулах (2–4):

$$Y = 1391,3 + 0,815\Pi_{\text{мсп}} - 0,27V_{\text{запм}} + 186,18IR. \quad (2)$$

$$Y = 668,2 + 0,798\Pi_{\text{мсп}} + 196,19IR + 0,3V_{\text{мвн+1}} - 0,148V_{\text{зап+1}}. \quad (3)$$

$$Y = 338,74 + 0,991\Pi_{\text{мсп}} + 258,71IR + 0,554V_{\text{мвн+1}} - 0,03\Pi_{\text{авн}} - 0,99V_{\text{эксп}}. \quad (4)$$

Анализ полученных результатов

На 5-м этапе построения регрессионной модели проводится расчет основных пока-

зателей корреляционного анализа и их интерпретация:

1. Все полученные *t*-статистики являются значимыми при уровне доверительной вероятности $p = 95\%$.

2. Множественный коэффициент корреляции *R* колеблется от 0,91 до 0,92, что показывает очень высокую совокупную степень корреляции между выбранными независимыми переменными и результирующим фактором.

3. Качество регрессионной устанавливается с помощью скорректированного квадрата коэффициента множественной корреляции или коэффициента детерминации R^2 . R^2 по представленным моделям колеблется от 0,825 до 0,832, таким образом, от 82,5 до 83,2 % изменчивости цен на лом на внутреннем рынке может быть объяснено представленными регрессионными моделями. Значения коэффициента детерминации,

близкого к единице, говорят о хорошем приближении линии регрессии к наблюдаемым данным и о возможности построения качественного прогноза.

4. Статистическая надежность и значимость многофакторной регрессионной модели (или коэффициента детерминации) устанавливается с помощью F -критерия Фишера. Значимость, равная нулю в таблицах, посвященных дисперсионному анализу, говорит о том, что $F_{\text{расч}}$ (расчетное) выше табличного значения $F_{\text{табл}}$ при 5 и 54 степенях свободы, соответственно модель признается статистически надежной и значимой.

5. Стандартная ошибка прогноза характеризует рассеяние наблюдаемых значений относительно линии регрессии. Средняя процентная ошибка позволяет определить относительную степень смещенности прогноза. В первой модели параметры составляют 355,6 руб./т и 3,68 %, во второй модели – 359,1 руб./т и 3,71 %, в третьей модели – 352,2 руб./т и 3,64 %.

6. Регрессионные остатки по представленным моделям проверены на случай-

ность и нормальность распределения. Графики представлены на рис. 3–8. Наиболее близкому к нормальному виду распределены остатки в модели 3.

Таким образом, исходя из статистик, по представленным моделям можно сделать вывод о том, что наиболее качественным является третье уравнение. Данная модель характеризуется наименьшей средней абсолютной и процентной ошибкой, наибольшим стандартизованным коэффициентом детерминации, распределением стандартизованных остатков, близким к случайному и нормальному. Вместе с тем данная модель предполагает использование пяти факторов-предикторов, в том числе данных по их значениям на прогнозный период, что повышает трудоемкость ее использования по сравнению с другими моделями.

Необходимо отметить, что, несмотря на растущую степень неопределенности внешней среды при текущих экономических условиях, уровень качества модели 3 сравним с результатами проводимых ранее исследований на данную тему [14, 15].

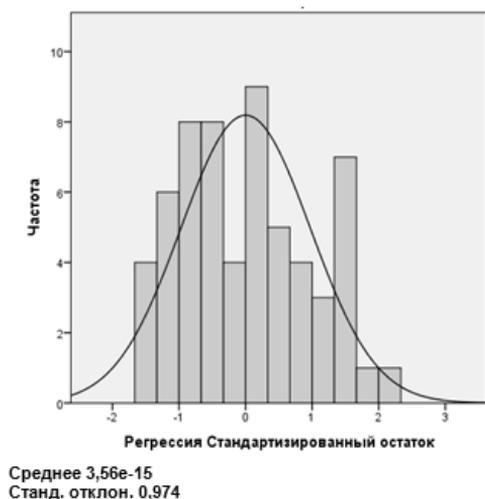


Рис. 3. Гистограмма стандартизованных остатков по модели 1

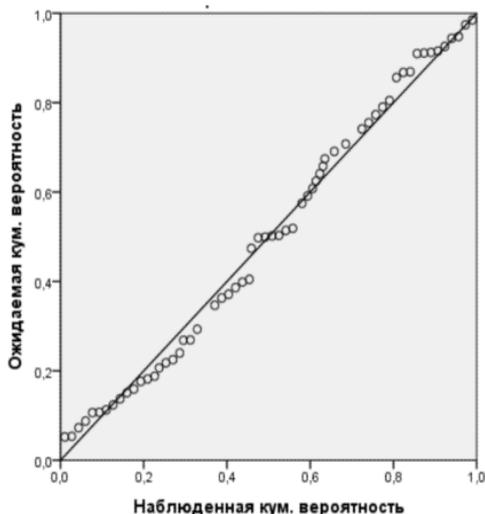
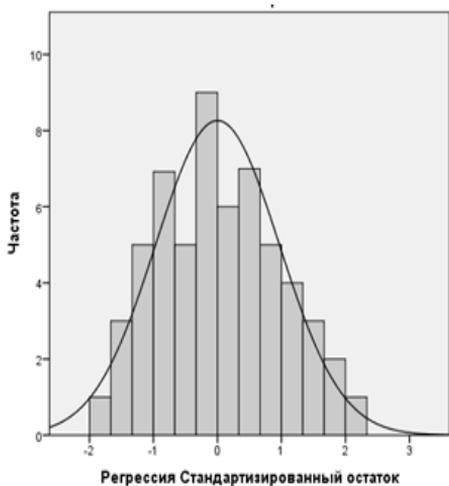


Рис. 4. Вероятностный график для стандартизованных остатков по модели 1



Среднее 2,85e-15
Станд. отклон. 0,966

Рис. 5. Гистограмма стандартизованных остатков по модели 2

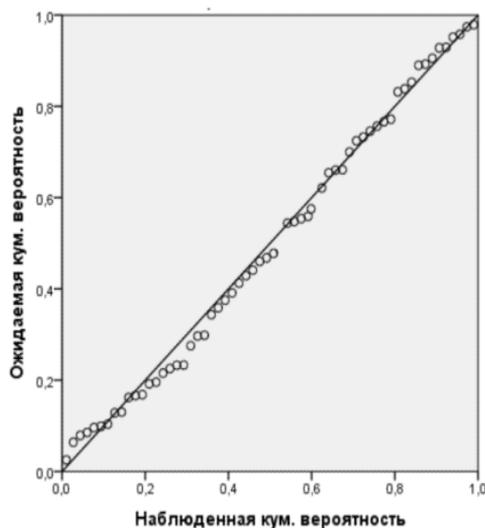
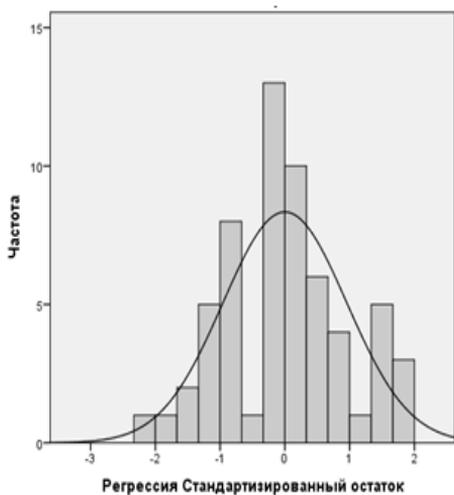


Рис. 6. Вероятностный график для стандартизованных остатков по модели 2



Среднее 4,57e-15
Станд. отклон. 0,957

Рис. 7. Гистограмма стандартизованных остатков по модели 3

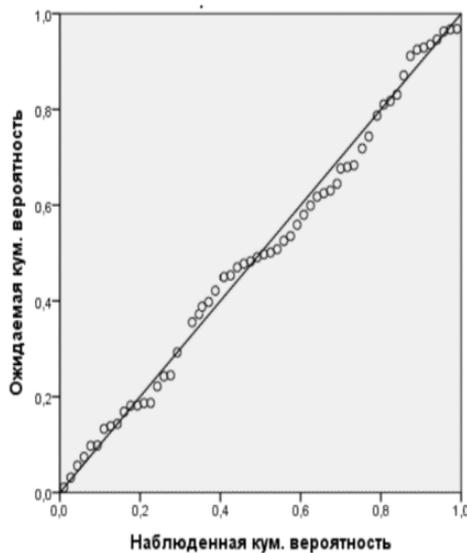


Рис. 8. Вероятностный график для стандартизованных остатков по модели 3

Необходимо отметить, что выбор конкретного вида модели при близких параметрах качества можно осуществлять экспертным методом. Преимущества использования экспертных методов прогнозирования совместно с формализованными были указаны выше. В данном случае экспертный выбор модели может быть основан не только на выборе факторов по степени их влияния на результирующий показатель исходя из ретроспективных данных (что в сущности представляет собой регрессионная модель), но и с учетом ожидаемой степени влияния данных факторов на цены на лом в прогнозный период. Так, В. Г. Мохов и В. Г. Плужников отмечают, что «изменения условий производства, вызываемые

воздействием внешней среды, вносят существенные погрешности в результаты моделирования. То есть при экстраполяции трендов различных показателей, используя постоянные (фиксированные) коэффициенты, как минимум не учитывается динамика изменения свойств как факторов производства, так и их взаимосвязей под воздействием внешней среды» [16].

На 6-м этапе построения регрессионной модели проводится прогнозирование целевого показателя цен на лом на российском рынке. Период прогнозирования – с января 2015-го по сентябрь 2015 г.

Прогноз цен на лом в сравнении с фактическими значениями за указанный период представлен на рис. 9.

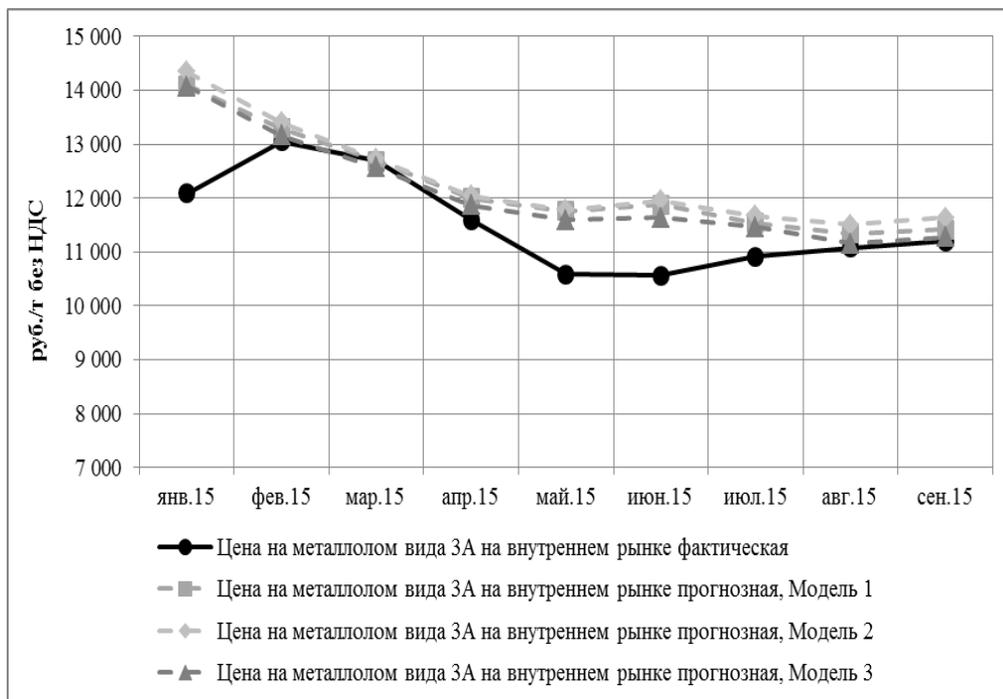


Рис. 9. Прогноз цен на металлолом вида 3А на внутреннем рынке в январе – сентябре 2015 г., построенный с помощью моделей многофакторной регрессии, СРТ руб./т без НДС

Необходимо обратить внимание, что в прогнозируемый период средняя ошибка прогноза по модели 1 выросла до 694,91 руб./т, или в процентном соотношении до 7,02 %, по модели 2 – до 812,03 руб./т, или 8,2 %, по модели 3 – до 584,87 руб./т, или 5,9 %. Представляется, что причинами ухудшения качества моделей могут быть:

1. Появление или усиление влияния нового неучтенного фактора-аргумента. Необходимо обратить внимание на то, что в условиях воздействия кризисных явлений на российскую металлургическую отрасль в 2014–2015 гг. вероятно усиление влияния на результирующий показатель макроэкономических факторов, таких как темпы роста экономики, инвестиции в металлургическую отрасль и других. Во избежание дальнейшего снижения стандартизованного R^2 предлагается осуществлять анализ и корректировку модели с поиском и дополнением модели новыми факторами поквартально, а также делать поправку на экспертные оценки.

2. Недостоверность исходных данных. В этом случае для решения проблемы целесообразно провести поиск и проверку исходной информации среди альтернативных статистических баз данных.

Недостатками предложенной модели являются:

1. Прогнозирование результирующего фактора «Цена на металлолом вида 3А на внутреннем рынке» осуществлено по среднему значению на российском рынке. Для применения модели с целью прогнозирования индивидуальных закупочных цен отдельного металлургического предприятия, либо в отдельном регионе, необходимо выделить частные параметры-аргументы и провести процедуру моделирования заново.

2. Факторы-аргументы должны иметь численное значение на период прогноза. В этой связи необходимо осуществлять поиск, прогнозирование их значений с помощью имеющихся инструментов, либо включать отдельные факторы из модели.

Основные выводы

Разработанная модель прогнозирования цен на лом вида 3А на внутреннем рынке является первым этапом совершенствования системы обеспечения металлургического предприятия ломом черных металлов. Общее значение модели заключается в следующем:

1. Предоставление данных, полученных формализованным методом, для формирования наиболее оптимальных графиков закупки и запасов лома черных металлов с целью минимизации затрат металлургических производств на покупку данного вида сырья.

2. Прогнозирование изменений внешней среды и обеспечение своевременного реагирования и адаптации предприятия к ее неблагоприятным изменениям.

Дальнейшие перспективы исследования связаны с постановкой и решением оптимизационной задачи по определению второго целевого показателя системы ресурсобеспечения – объемов закупки лома черных металлов. Предполагается, что моделирование данного показателя с помощью инструментов оптимизации на период до года вперед помесечно с учетом прогнозных цен позволит определить наиболее благоприятный период формирования сезонного запаса лома черных металлов и откорректировать график обеспечения металлургического производства металлоломом, позволяя получить экономический эффект в виде снижения сырьевых затрат.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оглуздина О.Б. Эффекты взаимодействия ресурсных подсистем как фактор повышения конкурентоспособности предприятия // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2015. Т. 14, № 3. С. 377–394.
2. Лыкошев Д.Н. Согласование стратегических интересов металлургических предприятий и их потребителей : дисс. ... канд. экон. наук. Екатеринбург, 2008. 155 с.
3. Tardy P. Demand and Arising of Ferrous Scrap: Strains and Consequence // Archives of Metallurgy and Materials. 2008. Vol. 53, Is. 2. P. 337–343.
4. Буданов И.А., Устинов В.С.. Перспективы развития металлургического производства в России // Черная металлургия: бюллетень научно-технической и экономической информации. 2014. № 5. С. 3–12.
5. Козлов Г.И., Макаров Л.П. Проблемы определения металлофонда России и потенциальных ресурсов амортизационного лома // Вторичные металлы. 2010. № 5. С. 44–46.
6. Чижиков А.Г, Семин А.Е. Обзор российского рынка лома черных металлов и прогноз до 2020 г // Вторичные металлы. 2014. № 3. С. 24–27.
7. Маланичев А.Г. Система сценарного планирования и прогнозирования мировых цен стали и металлургического сырья // Проблемы прогнозирования. 2014. № 3. С. 53–62.
8. Hanke J.E., Reitsch A.G. Understanding business statistics. Boston: Irwin, 1991. 878 p.
9. Armstrong J.S., Brodie R.J., McIntyre S.H. Forecasting Methods for marketing: review of empirical research // International Journal of Forecasting. 1987. Vol. 3, Is. 3–4. P. 355–376.
10. Бабич Т.Н., Козьева И.А., Вергакова Ю.В., Кузьбожев Э.Н. Прогнозирование и планирование в условиях рынка : учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2013. 336 с.
11. Keshtkar R., Hosseini-Yekani S.-A., Mohammadi H. Comparison of the main price forecasting methods in Iran commodity exchange // African Journal of Business Management. 2012. Vol. 6, No 8. P. 3120–3125.
12. Басовский Л.Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка : учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2014. 260 с.
13. Anderson D.A., Sweeney D.J., Williams T.A. Statistics for business and economics. West Publishing Company, 1987. 792 p.
14. Семченко К.А. Управление ресурсообеспечением металлургических комплексов вторичным сырьем : дисс. ... канд. экон. наук. Челябинск, 2012. 206 с.
15. Крюкова Е.М. Управление процессом закупки и реализации лома черных металлов на основе прогнозирования цен : дисс. ... канд. экон. наук. М., 2011. 172 с.
16. Мохов В.Г., Плужников В.Г. Динамический анализ ресурсного обеспечения промышленного предприятия // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2014. № 4. С. 13–20.

Tikhonovskaya I.D., post-graduate student,
Ural Federal University
named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia

FORECASTING THE PRICES FOR FERROUS SCRAP AS A KEY FACTOR OF THE RESOURCING SYSTEM OF METALLURGICAL ENTERPRISE

The article examines the aspect of the resourcing system, or more specifically the system of ferrous scrap provision at metallurgical enterprises that operate electric steel production facilities. It is determined that the primary goal of this system is to minimize the cost of resources. This is also a necessary precondition for enhancing the competitiveness of an enterprise as the impact of negative environmental factors on the steel industry is growing. Purchase prices for ferrous scrap that are set by metallurgical enterprises and that represent one of the target indicators of the resourcing system along with the scrap purchase volume essentially depend on market conditions. The price level for ferrous scrap in the Russian market is one of the key factors of the external environment, influencing resourcing and management decisions as to its target indicators. The aim of the article is to create high-quality econometric models of forecasting prices of Grade 3A scrap in the Russian market. The method of multiple regression is chosen among the statistics methods of forecasting that is commonly used for dealing with similar problems of an industrial nature. Considerable attention is paid to practical aspects of forecasting. Three types of up-to-date econometric models are proposed; the interpretation of parameters and the forecast for the period from January to September 2015 are done. A conclusion is drawn about the possibility of using the models in management in metallurgical enterprises. It is expected that the forecast results will contribute to improving the existing resourcing system, especially as regards the preparation of data for further use in the formation of an optimal schedule of scrap purchase volumes for a metallurgical company.

Key words: resourcing; metallurgical enterprise; EAF production; ferrous scrap; competitiveness; system; indicator; environment; price; forecasting; factor; multiple regression; predictor; improvement; purchase volume.

References

1. Ogluzdina, O.B. (2015). Effekty vzaimodeistviia resursnykh podsystem kak faktor povysheniia konkurentosposobnosti predpriiatiia [The effects of resource subsystems interactions as a factor of increase in enterprise competitiveness]. *Vestnik UrFU. Seriya ekonomika i upravlenie [Bulletin of UrFU. Series Economics and Management]*, Vol. 14, No 3, 377–394.
2. Lykoshev, D.N. (2008). *Soglasovanie strategicheskikh interesov metallurgicheskikh predpriiatiia i ikh potrebitelei (Alignment of strategic interests of steel making companies and their consumers)*. PhD dissertation (Economics), Ekaterinburg.
3. Tardy, P. (2008). Demand and Arising of Ferrous Scrap: Strains and Consequence. *Archives of Metallurgy and Materials*, Vol. 53, Issue 2, 337–343.

4. Budanov, I.A., Ustinov, V.S.. (2014). Perspektivy razvitiia metallurgicheskogo proizvodstva v Rossii [Prospects of metals industry development in Russia]. *Chernaia metallurgii: biulleten' nauchno-tekhniceskoi i ekonomicheskoi informatsii [Ferrous metallurgy. Bulletin of scientific, technical and economic information]*, No 5, 3–12.
5. Kozlov, G.I., Makarov, L.P. (2010). Problemy opredeleniia metallofonda Rossii i potentsial'nykh resursov amortizatsionnogo loma [The issues of sizing up the metal stocks of Russia and the potential reserves of obsolete scrap] // *Vtorichnye metally [Scrap metals]*, No 5, 44–46.
6. Chizhikov, A.G., Semin, A.E. (2014). Obzor rossiiskogo rynka loma chernykh metallov i prognoz do 2020 g [A review of the Russian ferrous scrap market and forecast through to 2020]. *Vtorichnye metally [Scrap metals]*, No 3, 24–27.
7. Malanichev, A.G. (2014). Sistema stsenarnogo planirovaniia i prognozirovaniia mirovykh tsen stali i metallurgicheskogo syr'ia [System for scenario planning and forecasting world prices for steel and metallurgical raw materials]. *Problemy prognozirovaniia [Studies on Russian Economic Development]*, No 3, 53–62.
8. Hanke, J.E., Reitsch, A.G. (1991). *Understanding business statistics*. Boston, Irwin, 878.
9. Armstrong, J.S., Brodie, R.J., McIntyre, S.H. (1987). Forecasting Methods for marketing: review of empirical research. *International Journal of Forecasting*, Vol. 3, Issue 3-4, 355–376.
10. Babich, T.N., Koz'eva, I.A., Vertakova, Iu.V., Kuz'bozhev, E.N. (2013). *Prognozirovanie i planirovanie v usloviakh rynka [Forecasting and planning in market conditions]*. Moscow, INFRA-M.
11. Keshtkar, R., Hosseini-Yekani, S.-A., Mohammadi, H. (2012). Comparison of the main price forecasting methods in Iran commodity exchange. *African Journal of Business Management*, Vol. 6, No 8, 3120–3125.
12. Basovskii, L.E. (2014). *Prognozirovanie i planirovanie v usloviakh rynka [Forecasting and planning in market conditions]*. Moscow, INFRA-M.
13. Anderson, D.A., Sweeney, D.J., Williams, T.A. (1987). *Statistics for business and economics*. West Publishing Company, 792.
14. Semchenko, K.A. (2012). *Upravlenie resursoobespecheniem metallurgicheskikh kompleksov vtorichnym syr'em [Management of metal scrap sourcing at metallurgical clusters]*. PhD dissertation (Economics), Chelyabinsk.
15. Kriukova, E.M. (2011). *Upravlenie protsessom zakupki i realizatsii loma chernykh metallov na osnove prognozirovaniia tsen [Management of purchase and sale of ferrous scrap on the basis of price forecasting]*. PhD dissertation (Economics), Moscow.
16. Mokhov, V.G., Pluzhnikov, V.G. (2014). Dinamicheskii analiz resursnogo obespecheniia promyshlennogo predpriiatiia [Dynamic analysis of the resource support of industrial enterprises]. *Vestnik UrFU. Seriya ekonomika i upravlenie [Bulletin of UrFU. Series Economics and Management]*, No 4, 13–20.

Information about the author

Tikhonovskaya Irina Dmitrievna – Post-Graduate Student, Department of Economics and Management Product Quality, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); e-mail: TikhonovskayaID@yandex.ru.