

УДК 004.942

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РЫНОЧНЫХ ЦЕН НА БАЗЕ  
ПАУТИНООБРАЗНОЙ МОДЕЛИ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ РЫНКА МЕДИ****Камнева Д.Н., Назарова И.А.**

Донецкий национальный технический университет

Кафедра прикладной математики и информатики

E-mail: [dashkakamneva@yandex.ru](mailto:dashkakamneva@yandex.ru)**Аннотация**

*Камнева Д.Н., Назарова И.А. Моделирование динамики рыночных цен на базе паутинообразной модели ценообразования для рынка меди. В статье рассмотрено моделирование процесса ценообразования на основе паутинообразной модели для кабельно-проводниковой продукции на основе меди в условиях предприятия «Донбасскабель». Построены функции спроса и предложения по данным ПАО «Донбасскабель», разработаны регрессионные модели ценообразования, найдена точка равновесия, определён тип равновесия.*

**Общая постановка проблемы**

Взаимодействие между складывающимися на рынке готовой продукции потребительским спросом и предложением фирм приводит к понятию равновесия. О равновесии можно говорить, как о характеристике состояния любой системы, на которую воздействуют различные стороны, каждая со своими интересами. В настоящее время актуальность приобретают модели нахождения равновесия в задачах «спрос-предложение». Классическая паутинообразная модель относится к такому классу, она является пригодной как в стабильных, так и не стабильных условиях. Паутинообразная модель даёт возможность для более эффективной адаптации предприятиями к рыночным условиям, поэтому в настоящее время данная модель интересна для исследований.

**Задачи исследования**

На данный момент особый интерес представляют исследования, которые более эффективно позволяют предприятиям адаптироваться на рынке. Предприятиям выпускающим продукцию для реализации необходимы модели, которые используются для определения поведения цен на товар при изменении объема производства. Опыт подсказывает, что при увеличении производства происходит падение спроса и приходится снижать цену. Хотелось бы знать, при каких условиях цена будет стабильной.

Это можно определить с помощью нескольких моделей. Все они обладают определенными одинаковыми свойствами. Обычно в них предполагается, что спрос на некоторый продукт на заданном отрезке времени зависит от цены (и других факторов) на этом отрезке. Что же касается предложения, то оно определяется ценами предыдущего периода времени (недели, месяца, квартала и т. д). Кроме того, предполагается, что рынок всегда находится в условиях локального равновесия. Исторически такая модель получила название "паутинообразной", вероятно, потому, что такого же принципа "учета предыдущего шага" придерживается паук, когда он ткёт паутину.

**Разработка паутинообразной модели динамики цен на медь**

Исследование процесса ценообразования на медь рассмотрено на примере предприятия ПАО «Донбасскабель», которое является одним из крупнейших предприятий по производству кабельно-проводниковой продукции. Это современное, динамично развивающееся предприятие, оснащенное высокотехнологичным оборудованием. Предприятие производит более 100 видов кабельно-проводниковой продукции – номенклатура насчитывает свыше двух тысяч маркоразмеров.

ПАО «Донбасскабель» является поставщиком кабельно-проводниковой продукции на многие предприятия Министерства транспорта, угольной, энергетической, нефтехимической отрасли и горно-металлургического комплекса. Предприятие аккредитовано как корпоративный поставщик ГП НАЭК «Энергоатом».

Данное предприятие занимается выпуском кабельно-проводниковой продукции двух типов, содержащих алюминиевые либо медные жилы. В докладе приведены результаты моделирования ценообразования для кабельно-проводниковой продукции с медными жилами. Рассматривается спрос и предложение на медь, в зависимости от этого будет изменяться и спрос и предложение на медную кабельно-проводниковую продукцию, так как медь является основной составляющей данной продукции и занимает значительную часть в себестоимости продукции.

Паутинообразная модель рынка объясняет феномен регулярно повторяющихся циклов изменения объемов продажи и цен товаров на рынке. Спрос и предложение зависят от многих факторов, главным из которых является цена товара.

Пусть  $p$  - цена товара,  $d$  - объем спроса,  $s$  - предложение. Предполагается, что  $s(p)$  и  $d(p)$  являются непрерывными функциями, при этом, если цена  $p$  - мала, то  $d(p) - s(p) > 0$  (спрос превышает предложение), а при больших ценах  $d(p) - s(p) < 0$  и предложение превышает спрос. При данных предположениях существует равновесная цена  $p^*$ , удовлетворяющая равенству  $d(p^*) = s(p^*)$  [1].

Паутиная модель рынка - простейшая модель поиска равновесной цены. Отметим сразу, что с математической точки зрения, это решение уравнения (1).

$$d(p) = s(p). \quad (1)$$

При построении паутинообразной модели с целью моделирования процесса ценообразования для рынка меди использовались данные ПАО «Донбасскабель». Первым этапом исследования является построение регрессионных моделей спроса и предложения на продукцию, как функций цены на медь. Линейные парные эконометрические модели для функций спроса и предложения в условиях одного производителя разработаны с использованием метода наименьших квадратов в пакете EXCEL и приведены на рис. 1-2.

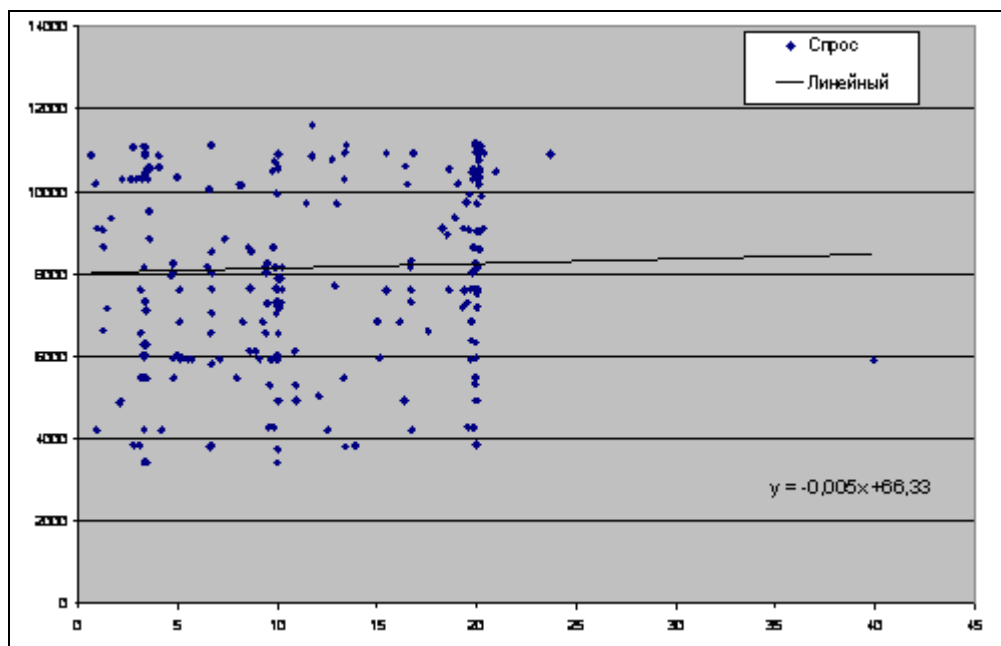


Рисунок 1 - Функция спроса на медь ПАО «Донбасскабель»

Предположим, производители определяют величину объема производства (предложение объема товара) в текущем году на основе цен, установившихся в предшествующем периоде. Например, количество медной катанки, для производства кабельной продукции, выбирают в зависимости от цены, сложившейся в предыдущем году. Таким образом, в функции предложения должен быть учтен временной лаг продолжительностью в единицу времени (в данном случае месяц). Действительно, предложение появится на рынке по окончании данного цикла, т.е., через месяц после принятия решения.

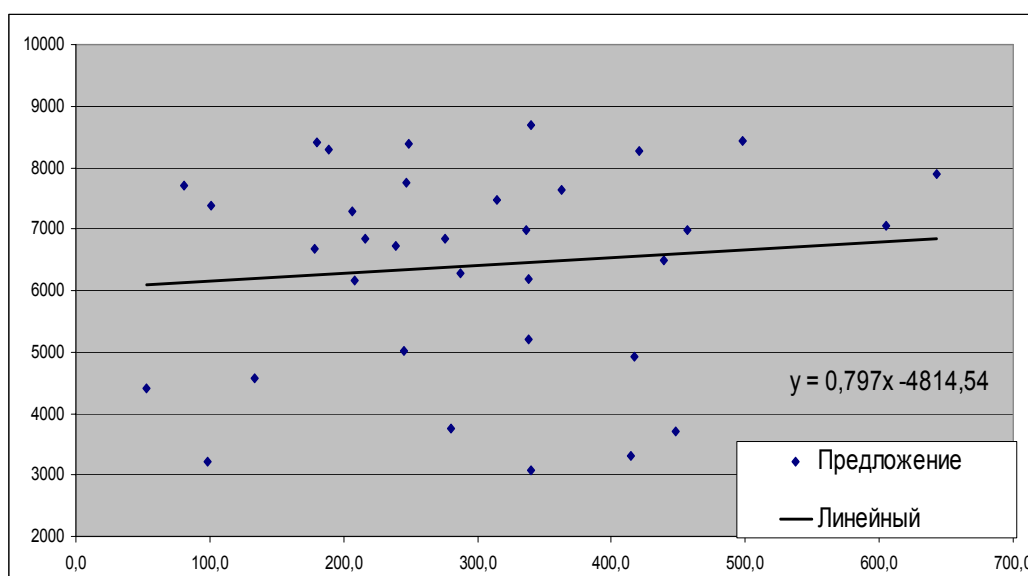


Рисунок 2 - Функция предложения на медь

Согласно данным предположениям опишем динамику цены уравнениями (2) [2].

$$q_t^s = s_t(p_{t-1}), q_t^d = d_t(p_t), q_t^d = q_t^s \quad (2)$$

Первое из приведенных уравнений как раз учитывает временной лаг в предложении. Справедливо следующее равенство:

$$d_t(p_t) = s_t(p_{t-1}). \quad (3)$$

Проиллюстрируем применение данного подхода на конкретных примерах. Пусть теперь задана функция (4).

$$d(p) = c - ep, \quad (4)$$

где  $c > 0, e > 0$  - заданные параметры, такие, что существует равновесная цена  $p^*$ .

Исходя из данного примера, спрос на медь будет представлен следующим уравнением:

$$d(p) = 66,33 - 0,005 * p \quad (5)$$

Предположим, что  $s(p) = a + b * p$ .

Тогда предложение на медь будет иметь вид (6).

$$s(p) = -4814,54 + 0,797 * p. \quad (6)$$

Построим график спроса и предложения на медь рис. 3.

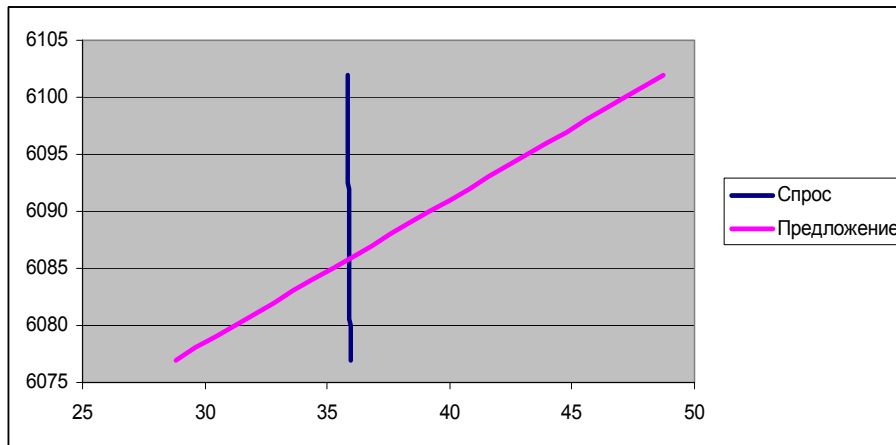


Рисунок 3 - График предложения и спроса на медь

Равновесие достигается в точке:  $p = 6086,8$  за тонну,  $Q = 35,9$  тонн.

Возможны случаи:

1. Если  $|l| < 1$  то справедливо равенство (7):

$$\lim_{n \rightarrow \infty} q_n = \frac{(a + lc)}{1 + l} = q^*, \quad (7)$$

где  $l = b/e$ .

В этом случае равновесие является устойчивым [2].

2. При  $|l| = 1$  получаем (8-9):

$$q_1 = a + c - q_0, q_2 = q_0, \quad (8)$$

$$q_3 = a + c - q_0, q_4 = q_0, \quad (9)$$

и так далее. Здесь значения  $q_i$  чередуются вокруг равновесного состояния.

3. Если  $|l| > 1$  то  $\{q_n\}$  расходится и равновесие не является устойчивым.

В нашем случае (10):

$$l = \left| \frac{0,797}{-0,005} \right| = 159,4. \quad (10)$$

$|l| > 1$  – это значит, что  $\{q_n\}$  расходится и равновесие не является устойчивым. Это означает, что при изменении цен и объёма спроса и предложения будет устанавливаться новое равновесие.

### Выводы

Исходя из исследований, при построении паутинообразная модель будет расходиться, так как равновесие является неустойчивым. Неустойчивое равновесие означает, что при изменении цен на медь и объёма спроса и предложения на медь будет устанавливаться новое равновесие, что означает, что будет устанавливаться новая равновесная цена и равновесный спрос и предложение.

### Список литературы

1. Junhai Ma, LingLing Mu Art. Complex Dynamics in a Nonlinear Cobweb Model for Real Estate Market // Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences. - 2007. - PP.1-14.
2. Коврижных А. Ю., Конончук Е. А., Лузина Г. Е. Методы вычислений в экономическом моделировании// Учебно-методическое пособие – Екатеринбург 2008.- 231с.