

## УПРАВЛЕНИЕ ФИРМОЙ В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

И.Г. Каменев<sup>1</sup>, канд. экон. наук, доцент

А.С. Беднарек<sup>2</sup>, магистр

К.М. Зубарев<sup>2</sup>, старший преподаватель

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук

<sup>2</sup>Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Россия, г. Москва)

DOI:10.24412/2500-1000-2025-1-4-109-114

**Аннотация.** В статье рассматривается решение задачи оптимизации прибыли фирмы с использованием динамической стохастической модели частного равновесия. Авторы описывают математическую модель, в которой значения спроса подвержено влиянию шоков. Разработанные алгоритмы демонстрируются на примере сети автозаправочных станций. На основе моделируемых данных определяется оптимальное количество товара, которое необходимо произвести для максимизации прибыли. Определяется оптимальная цена товара, которая будет максимизировать прибыль при данном количестве товара. Предложенные методы могут использоваться для принятия управленческих решения в условиях нестабильности внешней среды.

**Ключевые слова:** нестабильность внешней среды, управление фирмой, стохастическое моделирование, оптимизация прибыли, функция спроса, функция издержек.

Управление фирмой в условиях нестабильности внешней среды является одной из ключевых задач современного менеджмента [1, 2]. Быстрые изменения в экономической, политической и технологической сферах создают высокую степень неопределенности, с которой сталкиваются организации. Учет нестабильности внешней среды в моделировании прибыли фирмы можно осуществить через стохастическое моделирование функции шоков [3], которое позволяет включать случайные переменные и неопределенности, отражая реальность более точно. Этот подход учитывает риски и вероятность различных исходов, что важно для принятия обоснованных решений и долгосрочного планирования, делая его наиболее эффективным способом анализа влияния внешних факторов на прибыль [4].

**Цель исследования.** В статье рассматривается модель управления прибылью фирмы, занимающейся розничной продажей автомобильного топлива. Особое внимание уделяется учету нестабильности факторов спроса при построении оптимизационной модели [5]. С

помощью дискретной динамической стохастической модели частного (частичного) равновесия моделируются изменения цены и количества товара на рынке в течение определенного периода времени [6]. Учитываются риски и неопределенности, связанные с изменениями цены и количества товара на рынке, стратегия производства и ценообразования определяется в соответствии с этими рисками в виде интервала. На основе моделируемых данных определяется оптимальное количество товара, которое необходимо произвести для максимизации прибыли [7]. Определяется оптимальная цена товара [8], которая будет максимизировать прибыль при данном количестве товара.

**Материалы и методы исследования.** Теоретическая функция спроса описывает зависимость количества товара, которое потребители готовы купить, от его цены, доходов потребителей и множества других тесно связанных факторов. Используются функции спроса [5] различного вида, мы применим линейную аппроксимацию:

$$Qd = Q_{\max} - k \cdot \frac{P}{ИПЦ} - l \cdot \frac{W}{ИПЦ} + \delta, \quad (1)$$

Где  $Qd$  – спрос;  $Q_{max}$  – общий объём рынка;  $P$  – цена топлива;  $k$  – чувствительность к цене;  $l$  – чувствительность к доходам;  $W$  – денежные доходы населения;  $ИПЦ$  – индекс потребительских цен (основной показатель инфляции);  $\delta$  – шоки.

Динамику цен на бензин за последние 10 лет возьмем также из официальных открытых источников, оценим цену средним цен 4-х ви-

дов топлива: дизель, АИ-92, АИ-95, АИ-98. Средняя цена и будет использована для вычисления эмпирической функции спроса.

**Результаты и их обсуждение.** Проанализировав данные за период работы фирмы с 2012 по 2022 год, можем составить эмпирическую функцию спроса, а также её прогноз на основной вид товара – бензин (рис. 1).

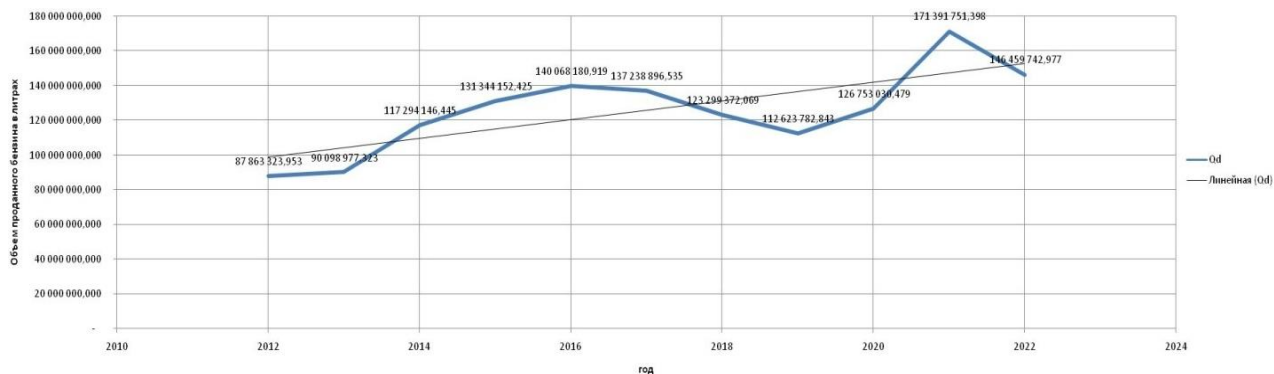


Рис. 1. Динамика спроса на бензин 2013-2022 гг. по Москве и МО

Общий объём рынка  $Q_{max}$ , чувствительность к цене  $k$ , чувствительность к доходам  $l$

найдем приблизительно с помощью метода наименьших квадратов.

$$Q_{max} = 5834 \cdot 10^5; \quad k = 48 \cdot 10^5; \quad l = 34 \cdot 10^5 \quad (2)$$

Отклонение прогноза от реальной функции спроса будем считать влиянием шоков – эти события можно рассматривать, как нестабильность внешней среды. Подставив

найденные коэффициенты в прогнозируемую модель, построим её график и наложим его на эмпирическую функцию спроса.

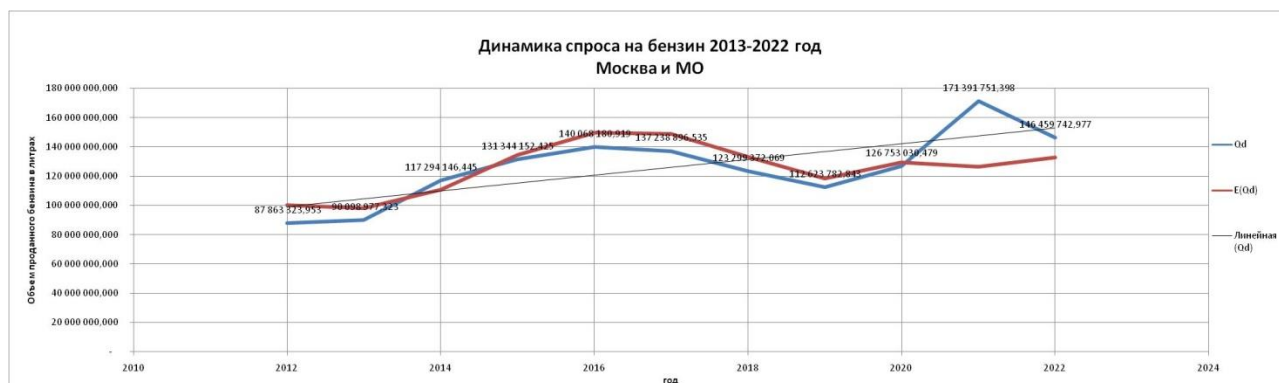


Рис. 2. Динамика спроса на бензин 2013-2022 гг. в Москве и МО

Шоки, с поправкой на инфляцию, можно выразить следующим образом:

$$\delta = \frac{E(Qd) - Qd}{ИПЦ}, \quad (3)$$

Резкий рост прибыли в 2021 году почти на 35% привел к смещению среднего значения шоков, исключим это значение, чтобы полу-

чить более объективный результат. На рисунке 3 представлен график шоков.

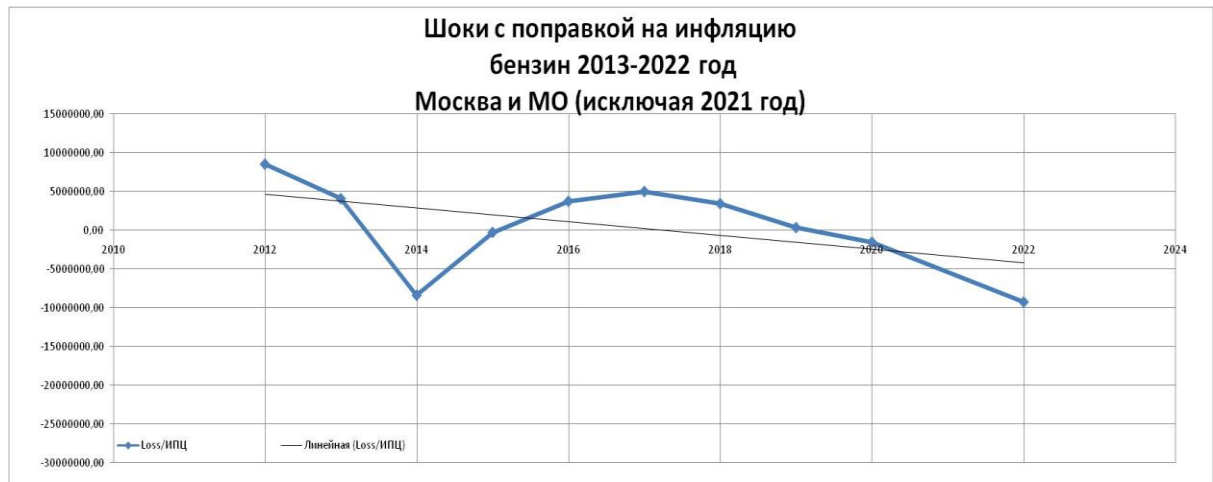


Рис. 3. График шоков на рынке бензина 2013-2022 г. Москва и МО

Форма функции  $Q_s$ , описывающей зависимость между предложением и ценой, может варьироваться в зависимости от рыночной структуры, в которой действует предприятие. В случае монополии, где только одно пред-

приятие контролирует рынок (в т.ч. географической монополии, при которой точки продаж разных фирм достаточно удалены друг от друга, чтобы избегать конкуренции), функция  $Q_s$  может быть представлена как

$$Q_s = q, \quad (4)$$

где  $q$  – количество товара, производимого монополистом.

описывающая изменения количества товара на рынке в условиях неопределенности:

Дискретная динамическая стохастическая модель частного (частичного) равновесия,

$$Q_d = Q_s, \quad (5)$$

Данное уравнение отражает баланс между ценой товара и другими факторами, влияющими на спрос и предложение, и свидетельствует о том, что они находятся в равновесии. В случае изменения любого из этих факторов, равновесие может быть нарушено, что приведет к колебаниям цены товара до тех пор, пока не будет достигнуто новое равновесие.

Функция выручки представляет собой математическую модель, которая показывает, какую выручку получает фирма от продажи определенного количества товара или услуг при заданных ценах. В простейшем случае функция выручки может быть представлена следующим уравнением:

$$TV = Qd \cdot P, \quad (6)$$

где  $P$  – цена товара или услуги; Функция издержек показывает, какие затраты несет фирма при производстве определенного коли-

чества товара или услуг, и может быть описана следующим уравнением

$$TC = VC + FC, \quad (7)$$

где  $TC(q)$  – общие издержки фирмы при производстве товара или услуг в количестве  $q$ ;  $FC$  – постоянные издержки (fixed costs), которые не зависят от объема производства и включают в себя затраты на аренду помещений, оплату труда административного персонала, амортизацию и прочее;  $VC$  – перемен-

ные издержки (variable costs), которые зависят от объема производства и включают в себя затраты на сырье, материалы, энергоносители и т.д.

Функцию прибыли опишем как разность функции выручки и функции издержек:

$$\Pi = TV - TC, \quad (8)$$

С учётом выражений (1) и (2) функцию выручки можно записать в следующем виде:

$$TV = \frac{ИПЦ}{48 \cdot 10^5} \left( -Qd + 5834 \cdot 10^5 - 34 \cdot 10^5 \frac{W}{ИПЦ} + \delta \right) Qd, \quad (9)$$

$$TC = 339 \cdot 10^{-10} Qd^2 + 8.133 Qd + 15178 \cdot 10^5 + FC, \quad (10)$$

Прогноз на прибыль в следующем периоде найдём в виде доверительного интервала  $\Pi(Qd) \in [ \Pi_{left}; \Pi_{right} ]$ , с уровнем доверен-

ности 98%, который будет определяться доверительным интервалом для шоков.

$$\begin{aligned} \Pi(Qd) = & \frac{ИПЦ}{48 \cdot 10^5} \left( -Qd + 5834 \cdot 10^5 - 34 \cdot 10^5 \frac{W}{ИПЦ} + \delta \right) Qd - \\ & - (339 \cdot 10^{-10}) Qd^2 - 8.133 Qd - 15178 \cdot 10^5 - FC, \end{aligned} \quad (11)$$

С учётом доверительного интервала для шоков получим

$$\begin{aligned} \Pi_{left} = & -2391 \cdot 10^{-10} \cdot q^2 + 39.914 \cdot q - 15178 \cdot 10^5, \\ \Pi_{right} = & -2391 \cdot 10^{-10} \cdot q^2 + 44.283 \cdot q - 15178 \cdot 10^5, \end{aligned} \quad (12)$$

Если считать, что производитель всегда стремится получить наибольшую прибыль, то задачу максимизации прибыли можно концептуально описать следующим образом: требуется определить такую технологию (т.е. такие объемы затрат ресурсов), которые приносят максимальную прибыль. На самом деле, это может быть справедливо только для фирм, которые находятся в единоличном владении; если же у фирмы несколько собственников, то совершенно не обязательно, чтобы собственники ставили менеджерам задачу максимиза-

ции прибыли – скорее они захотят максимизировать не прибыль, а стоимость фирмы. Кроме того, на выбор объема производства могут влиять стратегические соображения и ограничения на отдельные факторы производства.

Решая задачу максимизации прибыли, было получено оптимальное значение чистой прибыли в 2023 году  $\Pi^* \in [1477 \cdot 10^5; 5323 \cdot 10^5]$ , которое достигается при соответствующем оптимальном объёме производства, заключенном в диапа-

зоне  $q^* \in [834 \cdot 10^5; 925 \cdot 10^5]$ , в то время как диапазон безубыточности функции прибыли  $q_0 \in [586 \cdot 10^5; 1083 \cdot 10^5]$ , минимальная пороговая цена одного литра топлива – 54.84.

Фирма могла бы установить цену около 61.63-70.98 руб. за литр топлива, тогда монополия сверхприбыль была бы максимальной. Такая цена топлива нарушает антимонопольный закон и вызвала бы вмешательство ФАС. Соответственно, активным становится ограничение на цену от государства – не более 60,64 руб. за литр в 2023 году. При коррекции стоимости литра топлива по рекомендации ФАС до 60,64 руб. за литр, ожидаемая прибыль значительно уменьшается. Если бы фирма предусмотрела возможное вмешательство ФАС, то могла бы избежать потери при-

были, адаптировав объемы выпуска продукции.

**Заключение.** Разработана дискретная динамическая стохастическая модель частичного равновесия для описания функционирования фирмы в условиях нестабильности внешней среды. В рамках данной модели: построена эмпирическая функция спроса на основе статистических данных с применением метода наименьших квадратов. Также был определен оптимальный объем производства и соответствующая оптимальная прибыль фирмы в виде доверительного интервала с учетом выявленных шоков функции спроса.

Результаты работы могут быть использованы для принятия обоснованных управленческих решений в условиях нестабильности внешней среды.

#### Библиографический список

1. Тебекин А.В., Тебекин П.А., Егорова А.А. Особенности алгоритма разработки и принятия управленческих решений в условиях нестабильности внешней среды // Журнал экономических исследований. – 2020. – Т. 6, № 5. – С. 29-39.
2. Алексеева Н.И. Адаптация конкурентных стратегий предприятий сферы услуг к условиям нестабильности внешней среды // Вестник Института экономических исследований. – 2021. – № 4(24). – С. 5-10.
3. Андрианов Д.Л., Шульц Д.Н., Ощепков И.А. Динамические стохастические модели общего экономического равновесия // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2014. – № 7(67). – С. 31.
4. Бувальцова С.С. Проблемы и перспективы развития планирования и оптимизации прибыли предприятия в современных условиях развития экономики // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. – 2016. – № 5-1(83). – С. 31-33.
5. Половкина Э.А., Григорьева Е.А., Хасанова С.Ф. Моделирование потребительского спроса по многофакторным динамическим моделям // Учет и статистика. – 2018. – № 2(50). – С. 45-54.
6. Каменев Г.К., Каменев И.Г. Многомерные статистические совокупности и их метрический анализ // Труды Института системного анализа Российской академии наук. – 2018. – Т. 68, № 2. – С. 30-33. – DOI 10.14357/20790279180207.
7. Медведева О.А., Федорова К.В., Черемисина Н.В. Применение статистических методов в исследовании потребительского рынка товаров Тамбовской области // Социально-экономические явления и процессы. – 2017. – Т. 12, № 3. – С. 117-130.
8. Зубарев К.М., Безрученко Т.С. Анализ эффективности маркетинговой кампании методами машинного обучения // Дневник науки. – 2024. – № 6(90).

---

**MANAGEMENT OF THE FIRM UNDER CONDITIONS OF EXTERNAL ENVIRONMENT  
INSTABILITY**

**I.G. Kamenev**<sup>1</sup>, *Candidate of Economic Sciences, Associate Professor*

**A.S. Bednarek**<sup>2</sup>, *Master's degree*

**K.M. Zubarev**<sup>2</sup>, *Senior Lecturer*

<sup>1</sup>**Federal Research Center «Computer Science and Control» of the Russian Academy of Sciences**

<sup>2</sup>**Bauman Moscow State Technical University**

**(Russia, Moscow)**

***Abstract.** The paper deals with the solution of the firm's profit optimization problem using a dynamic stochastic private equilibrium model. The authors describe a mathematical model in which demand values are affected by shocks. The developed algorithms are demonstrated on the example of a network of gasoline stations. Based on the simulated data, the optimal quantity of goods to be produced to maximize profit is determined. The optimal price of goods that will maximize profit for a given quantity of goods is determined. The proposed methods can be used for managerial decision making in conditions of external environment instability.*

***Keywords:** instability of the external environment, firm management, stochastic modeling, profit optimization, demand function, cost function.*