

МОДЕЛЬ РОСТА ДОХОДА ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ И ОДНОВРЕМЕННОМ СНИЖЕНИИ ЦЕНЫ

Б. С. КАЛИТИН¹⁾, Е. А. ШЕЛЕГ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Исследуются потенциальные возможности предприятия при использовании экономической политики повышения выпуска продукции и одновременного снижения ее цены (ПВСЦ) на товарном рынке. Результаты получены на основе построения определенной экономико-математической модели, позволяющей выразить выручку нетто производителя через существенные параметры рынка, такие как цена и объем продаж товара или оказываемой услуги, абсолютная величина коэффициента ценовой эластичности спроса, коэффициент инфляции за рассматриваемый период времени, коэффициент издержек производства. Выявлены сильные и слабые стороны экономических действий в условиях ПВСЦ. Сформулирована задача нелинейного программирования для нахождения наилучшего способа реализации метода ПВСЦ. Поиск решения этой задачи и его экономической интерпретации опробован на числовых данных.

Ключевые слова: объем продаж; цена; выручка.

THE MODEL OF GROWTH OF ENTERPRISE INCOME WITH AN INCREASE IN OUTPUT WHILE REDUCING PRICES

B. S. KALITINE^a, E. A. SHELEG^a

^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

Corresponding author: B. S. Kalitine (kalitine@yandex.by)

The work examines the potential of the enterprise when using the economic policy of the increasing output and decreasing prices (IODP), namely the increase in output with a simultaneous decrease in its price on the commodity market. The results were obtained on the basis of constructing a certain mathematical model that allows expressing the manufacturer's net proceeds in terms of essential market parameters. This includes: the price and volume of sales of goods or services provided, the absolute value of the coefficient of price elasticity of demand, the inflation rate for the period under consideration, the coefficient of production costs. The strengths and weaknesses of economic actions in the conditions of the IODP are revealed. A nonlinear programming problem is formulated to find the best way to implement the IODP method. The search for a solution to this problem and its economic interpretation was tested on numerical data.

Keywords: sales volume; price; revenue.

Образец цитирования:

Калитин БС, Шелег ЕА. Модель роста дохода предприятия при повышении выпуска продукции и одновременном снижении цены. *Журнал Белорусского государственного университета. Экономика*. 2021;2:39–47.

For citation:

Kalitine BS, Sheleg EA. The model of growth of enterprise income with an increase in output while reducing prices. *Journal of the Belarusian State University. Economics*. 2021;2:39–47. Russian.

Авторы:

Борис Сергеевич Калитин – кандидат физико-математических наук, доцент; профессор кафедры аналитической экономики и эконометрики экономического факультета.

Евгений Александрович Шелег – аспирант кафедры аналитической экономики и эконометрики экономического факультета. Научный руководитель – Б. С. Калитин.

Authors:

Boris S. Kalitine, PhD (physics and mathematics), docent; professor at the department of analytical economics and econometrics, faculty of economics.

kalitine@yandex.by

Evgeny A. Sheleg, postgraduate student at the department of analytical economics and econometrics, faculty of economics. traneinblood@hotmail.com



Введение

Моделирование роста дохода предприятия, пожалуй, один из основных аспектов в планировании и прогнозировании его деятельности. Главной задачей моделирования является проверка работоспособности той или иной модели экономического развития предприятия при определенных обстоятельствах.

В работах Е. С. Боголюбской-Синяковой и Б. С. Калитина [1–4] достаточно подробно изучены потенциальные возможности и перспективы использования экстенсивного (ЭПР) и инновационного (ИПР) путей развития экономики предприятий. Исследования проводились на основе построения экономико-математической модели выручки с привлечением таких параметров, как объем выпуска и цена, ценовая эластичность спроса, уровень и темп роста инфляции, коэффициент наращивания производства и коэффициент снижения цены. Здесь выведены закономерности гарантированного роста прибыли и получены конкретные формулы оптимального варианта действий предприятия.

Данная работа продолжает исследования Е. С. Боголюбской-Синяковой и Б. С. Калитина [1–4] в ситуации, когда руководство предприятия выбирает экономическую политику повышения объема реализации благ при одновременном снижении их цены. При этом используется та же идея построения экономико-математической модели рыночного процесса. По результатам аналитических исследований модели сформулирована задача нелинейного программирования, адекватная экономической проблеме поиска наилучшего варианта действий предприятия при использовании экономической политики повышения выпуска и снижения цены (ПВСЦ). Поскольку такая задача не может быть решена в виде конечной формулы для оптимального плана (нелинейная задача), то проведен ряд численных экспериментов ее решения и представлены выводы об использовании типов рынков, где предприятие может иметь потенциальные возможности наилучшего функционирования.

Постановка задачи

Увеличение выпуска продукции за рассматриваемый период характеризует экономический рост фирмы. В большинстве случаев под экономическим ростом предприятия понимается расширение масштабов его деятельности.

Пусть производитель продает на рынке в течение определенного периода времени q единиц товара по цене p за одну единицу. Тогда выручка от продажи составит qp денежных единиц. Предположим, что, имея целью увеличение выручки, предприниматель действует в соответствии со следующими правилами:

1) намеренно (или вынужденно) увеличивает выпуск и реализацию своей продукции до значения $Q = q + \Delta q$, где $\Delta q > 0$;

2) учитывает тот факт, что согласно закону спроса повышение поставок продукции на рынок приводит к изменению цены (вообще говоря, в сторону ее снижения) до значения P , где $0 < P \leq p$. Кроме того, продавец намеренно снижает цену до некоторой величины $p_1 = P - Y$, $0 < Y < P$, в целях более успешных действий в среде конкуренции.

Исследование описанных в правилах 1 и 2 возможных действий руководителя предприятия будем проводить при выполнении следующих предположений:

- в конце наблюдаемого периода времени будет учитываться естественная инфляция в размере σ денежных единиц за единицу товара ($\sigma > 0$). Назовем ее фоновой инфляцией на рассматриваемом периоде, связанной с внешними факторами (рост цен на энергоресурсы, сырье, транспортные расходы, дополнительные услуги и т. д.);

- с учетом наличия фоновой инфляции цена в конце периода изменится и примет значение $p_1 + \sigma$ за единицу товара;

- фоновая инфляция не является причиной изменений величины объема продаж (считаем, что правительство нивелирует воздействие инфляции на потребительский спрос, например используя индексацию зарплат и т. п.).

Увеличение производства на Δq единиц отражается на себестоимости продукции (как правило, в сторону ее повышения). Следовательно, можно с уверенностью сказать, что при увеличении выпуска предприниматель получает рост издержек, которые необходимо учесть и оценить при подсчете общей выручки. Мы предлагаем сделать это следующим образом.

Добавленную выручку от дополнительно реализованных Δq единиц определим величиной $\Delta q(p_1 + \sigma)(1 - a) = \Delta q(P - Y + \sigma)(1 - a)$, где a – некоторый коэффициент из интервала $0 < a < 1$. Такой подход к оценке выгоды означает, что чем меньше коэффициент a , тем больше выигрыш. В частности, если $a = 1$, то $\Delta q = 0$, и потери от нереализованных Δq единиц продукции сведены к нулю. В другом предельном случае, когда $a = 0$, наоборот, потери от нереализованных Δq единиц будут максимально возможными.

Таким образом, выбранный интервал $0 < a < 1$ для изменения коэффициента a задает в определенном смысле шкалу измерения потерь от выручки, охватывающую все теоретически возможные ситуации. В дальнейшем для простоты будем называть параметр a **коэффициентом издержек**.

Опираясь на приведенные рассуждения, выразим общую выручку предприятия R_1 :

$$R_1 = q(P - Y + \sigma) + \Delta q(P - Y + \sigma)(1 - a) = (q + \Delta q(1 - a))(P - Y + \sigma). \quad (1)$$

Формула выручки (1) одновременно отражает зависимость функции R_1 от параметров, используемых для построения модели. В целях пояснения существующих закономерностей взаимосвязи таких параметров обратим внимание на соотношение между выпуском товара и его ценой.

Вывод формулы выручки

Объем продаж и эластичность. Преобразуем правую часть (1), применяя следующие соображения. При заключении сделок о купле-продаже товара (договорное равновесие) объем продаж Q зависит от текущей цены блага P и от равновесных значений q, p объема продаж и цены соответственно. Поэтому такую зависимость можем записать в виде функции $Q = Q(q, p, P)$. При этом выполняется условие равновесия рынка $Q(q, p, p) = q$. Будем предполагать функцию q_1 дифференцируемой по переменной P столько раз, сколько этого требует необходимость исследований.

Локальные свойства равновесия рыночной цены обуславливают описание поведения функций объемов продаж в некоторой окрестности экономического равновесия. Поэтому, обращаясь к разложению Тейлора [5, с. 17], в окрестности точки $P = p$ можем записать формулу для функции выпуска:

$$Q = q + \frac{dQ(q, p, p)}{dP}(P - p) + \sum_{k=2}^{+\infty} \frac{d^k Q(q, p, p)}{dP^k} \frac{(P - p)^k}{k!}.$$

Здесь пара (q, p) означает начальное значение объема продаж и цены товара соответственно, а выражение $\frac{d^k Q(q, p, p)}{dP^k}$ есть k -я производная функции $Q(q, p, P)$ в точке $P = p$.

Известно [5, с. 17], что величина $e = |E|$, где E вычисляется по формуле

$$E = \frac{p}{q} \frac{dQ(q, p, p)}{dP}, \quad q \neq 0,$$

определяет абсолютное значение коэффициента эластичности спроса по цене E в точке $P = p$. Используя это понятие и закон спроса [6], можно переписать функцию объемов продаж в виде

$$Q = q \left(1 - e \frac{P - p}{p} \right) + o(|P - p|), \quad (2)$$

где $o(|P - p|)$ означает слагаемые ряда Тейлора порядка малости выше первого при $P \rightarrow p$.

Формула (2) выражает, в частности, зависимость функции объемов продаж от параметра эластичности E вблизи рассматриваемого экономического равновесия. В первом приближении, когда

$$Q = q \left(1 - e \frac{P - p}{p} \right), \quad (3)$$

она дает достаточно точный снимок изменений объемов продаж на рынке, по крайней мере, для малых отклонений модуля $|P - p|$.

Из формулы (3) можем определить новую цену P , сформировавшуюся в конце периода, разрешив это равенство относительно параметра P . Она представляется выражением

$$\begin{aligned} Q &= q \left(1 - e \frac{P - p}{p} \right) \Leftrightarrow q_1 p = qp - eq(P - p) \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow eqP = qp - Qp + eqp \Leftrightarrow P = \frac{qp - Qp + eqp}{eq} = p - p \frac{Q - q}{eq}. \end{aligned}$$

То есть

$$P = p \left(1 - \frac{Q - q}{eq} \right). \quad (4)$$

Ясно, что здесь не учитывается фоновая инфляция.



Формула выручки при росте выпуска. Для дальнейшего исследования введем в рассмотрение величины

$$k_q = \frac{\Delta q}{q}, \quad k_p = \frac{\sigma}{p}, \quad K_p = 1 + k_p. \quad (5)$$

Назовем их *коэффициентом снижения объема продаж* (k_q), *коэффициентом инфляции* (k_p), темпом роста инфляции (K_p) соответственно [7], так что произведение $k_q \cdot 100\%$ есть процент снижения объема продаж, а $k_p \cdot 100\%$ – процент фоновой инфляции.

Замечание. Уровень инфляции (коэффициент k_p) невелик в более или менее стабильно развивающейся экономике. Если, например, имеет место умеренная инфляция (до 10 %), то $0 < k_p < 0,1$. Темп роста цены в таком случае будет изменяться в пределах $1 < K_p < 1,1$.

После подстановки выражения (4) в (1) выручка R_1 примет вид

$$\begin{aligned} Q &= q + \Delta q, \\ R_1 &= (q + (1-a)\Delta q)(P - Y + \sigma) = (q + (1-a)\Delta q) \left(p \left(1 - \frac{Q-q}{eq} \right) - Y + \sigma \right) = \\ &= qp \left(1 + (1-a) \frac{\Delta q}{q} \right) \left(1 - \frac{Q-q}{eq} - \frac{Y}{p} + \frac{\sigma}{p} \right) = qp (1 + (1-a)k_q) \left(1 - \frac{Q-q}{eq} - \frac{Y}{p} + k_p \right) = \\ &= qp (1 + (1-a)k_q) \left(1 - \frac{\Delta q}{eq} - \frac{Y}{p} + k_p \right). \end{aligned}$$

То есть с учетом обозначений (5)

$$R_1 = qp (1 + (1-a)k_q) \left(-\frac{k_q}{e} - y + K_p \right), \quad (6)$$

где величину $y = \frac{Y}{p}$ определим как *коэффициент снижения цены*.

Для краткости используем следующие обозначения:

$$x = k_q \text{ и } A = 1 - a, \quad 0 < A < 1.$$

Тогда формулу выручки (6) можно записать как

$$R_1 = \frac{qp}{e} (1 + Ax) (eK_p - x - ey). \quad (7)$$

Поскольку выручка предполагается положительной, то согласно экономическому смыслу формулы (7) необходимо, чтобы выполнялось следующее условие:

$$eK_p - x - ey > 0 \Leftrightarrow ey + x < eK_p.$$

Перемножив скобки в формуле (7), преобразуем ее к виду многочлена по переменным x и y . Имеем

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{qp}{e} (1 + Ax) (eK_p - x - ey) = \frac{qp}{e} (eK_p - x - ey + eAK_p x - Ax^2 - eAxy) = \\ &= qpK_p + \frac{qp}{e} (-Ax^2 - (1 - eAK_p)x - eAxy - ey), \quad x > 0, \quad y > 0, \quad ey + x < eK_p. \end{aligned} \quad (8)$$

Выражение (8) представляет собой функцию управляющих переменных (x, y) , зависящую от параметров модели e, A, K_p .

Формула для общей выручки. В работе Е. С. Боголюбской-Синяковой и Б. С. Калитина [2] получена формула выручки R_2 при использовании предприятием ИПР в тех же предположениях и обозначениях, что и в рассматриваемом нами случае. Воспользуемся этой формулой. Тогда получим следующие выражения:

$$R_2 = qp(1 + ey)(K_p - y) = qpK_p + qp(-ey^2 - (1 - eK_p)y). \quad (9)$$

Для того чтобы выручка R_2 была положительной, необходимо потребовать выполнение условия

$$K_p - y > 0 \Leftrightarrow 0 < y < K_p.$$

Видно, что в формулах выручки (8) и (9) есть общая часть qpK_p , которая не зависит ни от факта повышения выпуска, ни от факта снижения цены. Следовательно, в случае применения комбинации действий, а именно метода ПВСЦ, эта часть общей выручки должна учитываться только один раз. Для получения формулы общей выручки используется формула суммы на основании следующих предположений. Согласно гипотезе исследуемой модели предприниматель одновременно действует на увеличение выпуска и снижение цены. Это обстоятельство учитывается при подсчете величины, соответствующей увеличению выпуска, которая зависит и от изменения параметра выпуска x , и от изменения параметра цены y , т. е. от двух переменных. Дополнительная же выручка (от действия предпринимателя по снижению цены) никак не связана с действием по увеличению выпуска и поэтому зависит только от y . Следовательно, данная ситуация аналогична той, как если бы предприятие занималось двумя видами деятельности, и в этом случае общая выручка равнялась бы сумме $R = R_1 + R_2$. Таким образом, используя формулы (8) и (9), можем записать общую выручку в виде

$$R = qpK_p + \frac{qp}{e}(-Ax^2 - (1 - eAK_p)x - eAxy - ey) + qp(-ey^2 - (1 - eK_p)y).$$

Заметим, что согласно сделанным построениям такая функция определена при выполнении предположений относительно R_1 и R_2 , а именно должны одновременно соблюдаться условия

$$\begin{cases} x + ey < eK_p, \\ 0 < y < K_p. \end{cases}$$

Поэтому функция общей выручки предприятия $R(x, y)$ вместе со своей областью определения представляется выражением

$$R(x, y) = qpK_p + \frac{qp}{e}(-Ax^2 - (1 - eAK_p)x - eAxy - e^2y^2 - e(2 - eK_p)y) \quad (10)$$

в области $x + ey < eK_p$, $0 < y < K_p$.

Здесь величина qpK_p учтена лишь один раз, и поэтому при $x = 0$ и $y = 0$ выручка совпадает с исходной.

В результате предыдущих рассуждений мы построили модель величины выручки $R = R(x, y)$ рассматриваемого предприятия в зависимости от параметров модели e , A , K_p , x , y при выборе комбинированного пути развития ПВСЦ. Эти параметры неоднородны, так как первые три из них характеризуют определенные свойства конъюнктуры рынка, в котором участвует предприниматель. Переменные x и y можно назвать **управляющими параметрами** (или кратко **управлениями**) для увеличения выпуска и снижения цены соответственно. Распоряжаясь управляющими параметрами по своему усмотрению, предприниматель может получить наиболее приемлемый выгодный результат.

По построению используемые в модели переменные и параметры стеснены следующими ограничениями:

$$x + ey < eK_p, 0 < y < K_p, 0 < A < 1, K_p > 1.$$

Эти ограничения обязательно нужно учитывать при рассмотрении динамики выручки относительно параметров модели и принятии оптимальных решений.

Зависимость выручки от параметров модели

Изучим динамические свойства функции $R(x, y)$, определяемой формулой (10), с параметрами e , A , K_p . С этой целью вычислим соответствующие производные по параметрам. Опираясь на высказанные экономические ограничения относительно параметров в формуле выручки и вычислив производные, можем записать следующие равенства:

$$\begin{aligned} \frac{dR}{da} &= -\frac{dR}{dA} = -\frac{d}{dA} \frac{qp}{e}(-Ax^2 - (1 - eAK_p)x - eAxy - e^2y^2 - e(2 - eK_p)y) = \\ &= -\frac{qp}{e}(-x^2 + eK_p x - e xy) = -\frac{qp}{e}(eK_p - x - ey)x < 0, \\ \frac{dR}{dK_p} &= \frac{d}{dK_p} \frac{qp}{e}(-Ax^2 - (1 - eAK_p)x - eAxy - e^2y^2 - e(2 - eK_p)y) = \\ &= \frac{qp}{e}(eAx + e^2y) = qp(Ax + ey^2)y > 0, \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \frac{dR}{de} &= \frac{d}{de} \frac{qP}{e} \left(-Ax^2 - (1 - eAK_p)x - eAxy - e^2y^2 - e(2 - eK_p)y \right) = \\
 &= -\frac{qP}{e^2} \left(-Ax^2 - (1 - eAK_p)x - eAxy - e^2y^2 - e(2 - eK_p)y \right) + \\
 &\quad + \frac{qP}{e} \left(AK_px - Axy - 2ey^2 - 2y + 2eK_py \right) = \\
 &= \frac{qP}{e^2} \left(Ax^2 + (1 - eAK_p)x + eAxy + e^2y^2 + e(2 - eK_p)y \right) + \\
 &\quad + \frac{qP}{e^2} \left(eAx(K_p - y) - 2e(e y^2 + y - eK_py) \right) = \\
 &= \frac{qP}{e^2} \left(Ax^2 + (1 - eAK_p)x + eAxy + ey + e^2y^2 + e(2 - eK_p)y + eAK_px - eAxy - 2e^2y^2 - 2ey + 2e^2K_py \right) = \\
 &= \frac{qP}{e^2} \left(Ax^2 + x - e^2y^2 + e^2K_py \right), \\
 \frac{dR}{de} &= \frac{qP}{e^2} \left(Ax^2 + x + e^2(K_p - y)y \right) > 0.
 \end{aligned}$$

Отсюда видим, что функция R убывает по параметру издержек a и является возрастающей по темпу роста инфляции K_p и по параметру эластичности e .

Условия увеличения выручки

Ниже речь пойдет о величинах, соответствующих концу периода наблюдения. Сравним выручку (10) с альтернативным вариантом выручки, а именно с величиной $q(p + \sigma) = qp(1 + k_p) = qpK_p$, соответствующей торговле без применения того или иного пути развития. Тогда при использовании комбинации ПВСЦ реальное увеличение выручки в конце рассматриваемого периода будет происходить тогда и только тогда, когда выполняется неравенство $R > qpK_p$. Другими словами, нужно потребовать условие того, что

$$\begin{aligned}
 qpK_p + \frac{qP}{e} \left(-Ax^2 - (1 - eAK_p)x - eAxy - e^2y^2 - e(2 - eK_p)y \right) &> qpK_p, \\
 -Ax^2 - (1 - eAK_p)x - eAxy - e^2y^2 - e(2 - eK_p)y &> 0.
 \end{aligned}$$

После упрощения это условие дает неравенство

$$Ax^2 + (1 - eAK_p)x + eAxy + e^2y^2 + e(2 - eK_p)y < 0. \quad (11)$$

Неравенство (11) представляет собой критерий увеличения выручки, а именно **условие увеличения выручки** при повышении производства и одновременном снижении цены.

Заметим, что неравенство (11) определяет непустое множество, если выполняется по крайней мере одно из следующих условий:

$$1 - eAK_p < 0 \text{ либо } 2 - eK_p < 0.$$

То есть

$$e > \frac{1}{AK_p} \text{ либо } e > \frac{2}{K_p}.$$

Отсюда делаем вывод о том, что метод ПВСЦ позволяет получить выгоду лишь для рынков с достаточно большим коэффициентом эластичности e .

Разумное поведение предпринимателя обязательно должно согласовываться с такими условиями.

Максимум выручки

Сформулируем задачу о нахождении наибольшего значения выручки (10) в зависимости от обеих переменных управления (x, y) . Математически это определяется задачей нелинейного программирования [8, с. 230] от двух переменных (x, y) . Для рынков, параметры которых удовлетворяют условию (11), она равносильна следующей задаче поиска экстремума функции $R(x, y)$:

$$R = qpK_p + \frac{qp}{e} \left(-Ax^2 - (1 - eAK_p)x - eAxy - e^2y^2 - e(2 - eK_p)y \right) \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} Ax^2 + (1 - eAK_p)x + eAxy + e^2y^2 + e(2 - eK_p)y < 0, \\ x + ey < eK_p, \\ 0 < y < K_p, \\ x > 0. \end{cases} \quad (12)$$

Сравнение результатов исследований. В работе Е. С. Боголюбской-Синяковой [3] представлены формулы максимума выручки $\tilde{R}_1$ и $\tilde{R}_2$ при использовании предпринимателем отдельно ЭПР и ИПР соответственно. При этом указаны соответствующие значения оптимальных планов x^0 и y^0 . Все это имеет вид

$$\tilde{R}_1 = \max_x R_1(x) = R_1(x^0) = \frac{qp}{4Ae} (eAK_p + 1)^2, \quad x^0 = \frac{eAK_p - 1}{2A} \text{ при условии } e > \frac{1}{AK_p},$$

$$\tilde{R}_2 = \max_y R_2(y) = R_2(y^0) = \frac{qp}{4e} (eK_p + 1)^2, \quad y^0 = \frac{eK_p - 1}{2e} \text{ при условии } e > \frac{1}{K_p}.$$

Для сравнения бизнеса трех возможных путей развития (ЭПР, ИПР и ПВСЦ) рассмотрим следующие численные примеры.

Пусть задача нелинейного программирования (12) определена для фиксированных числовых данных

$$q = 50; p = 1; K_p = 1,05; a = 0,2; A = 0,8.$$

Решим задачу (10) несколько раз при следующих различных значениях параметра эластичности:

$$e = 1,2; e = 2; e = 3,4; e = 4; e = 5.$$

Вычисления выполним в математической системе *Mathcad*.

В результате проведенных численных экспериментов выяснено, что максимальное значение функции $R(x, y)$ находится в точках ограниченной замкнутой области, которая изменяется в зависимости от значений параметров. Кроме того, изменяется и положение стационарной точки функции $R(x, y)$.

Пусть (x^*, y^*) – оптимальное решение задачи (12). Обозначим через $\tilde{R} = R(x^*, y^*)$ максимальное значение функции выручки $R(x, y)$ используемого предпринимателем комбинированного варианта ПВСЦ. Данные вычислений для выручки $\tilde{R}$ представим в таблице вместе с соответствующими оптимальными значениями переменных x^* и y^* .

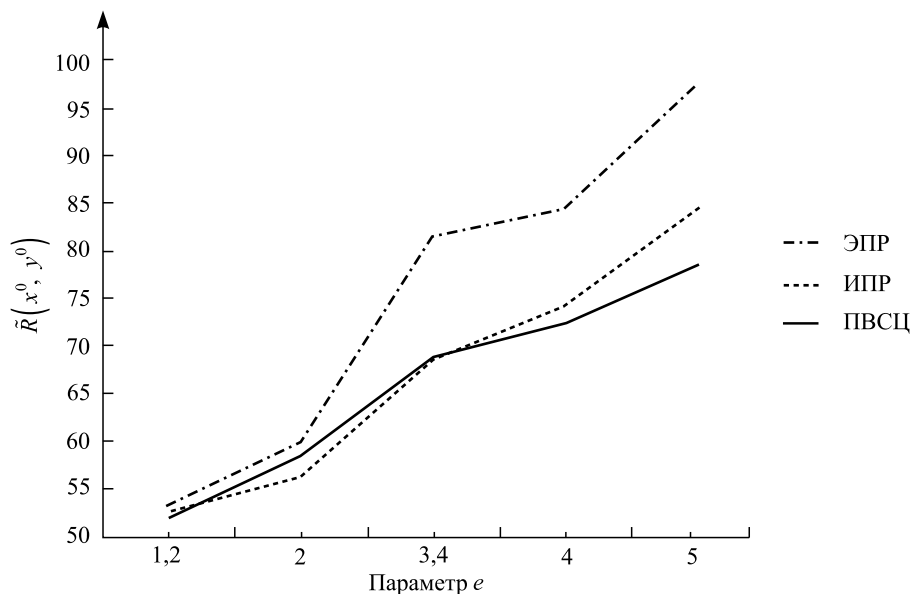
Результаты расчетов

Calculation results

e	1,2	2	3,4	4	5
$\tilde{R}_1(x^0)$	52,501	56,113	68,331	74,256	84,500
x^0	0,005	0,425	1,160	1,475	2,000
$\tilde{R}_2(y^0)$	53,206	60,062	81,582	84,500	97,657
y^0	0,108	0,275	0,378	0,400	0,425
$\tilde{R}(x^*, y^*)$	52,025	258,454	68,698	72,499	78,499
x^*	0,080 9	0,534 3	0,873 8	0,982 0	1,137 0
y^*	0,334 5	0,080 3	0,127 0	0,176 0	0,233 0

По численным данным таблицы построим сравнительные графики¹ максимумов выручки для ЭПР, ИПР и ПВСЦ в зависимости от параметра e .

¹В аналитических исследованиях начала статьи указан интервал изменения параметра e , для которого можно добиться увеличения дохода. Числовые данные выбраны из этого интервала для отслеживания зависимости максимального значения выручки от изменений параметра эластичности. Остальные параметры фиксированы, и они не влияют на тенденции зависимости от e .



Зависимость $\tilde{R}(x^0, y^0)$ от параметра e
Dependence $\tilde{R}(x^0, y^0)$ on the parameter e

Вычисления, представленные в таблице, дают повод говорить о существенной зависимости результатов использования ПВСЦ от величины модуля коэффициента эластичности спроса по цене $e > 0$ для товарного рынка. Это выражается в следующих свойствах:

- применение ЭПР (или ИПР) для предпринимателя невыгодно для рынков с неэластичным спросом по цене, а именно при $0 < e \leq \frac{1}{K_p}$;
- при $0 < e < 2,381$ выгодным является метод ПВСЦ, а при $e > 2,381$ – метод ЭПР;
- наиболее выгодным для всех $e > \frac{1}{K_p}$ представляется метод ИПР.

Библиографические ссылки

1. Боголюбская-Синякова ЕС, Калитин БС. Об экстенсивном методе производства и торговли. В: Кравцов МК, редактор. *Экономика, моделирование, прогнозирование. Выпуск 11*. Минск: НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь; 2017. с. 159–167.
2. Боголюбская-Синякова ЕС, Калитин БС. Анализ и оценка особенностей инновационного пути развития производства. В: Карпицкая МЕ, Витун СЕ, Ли Чон Ку, Цехан ОБ, Фатеев ВС, Платоненко ЕИ, редакторы. *Проблемы современной экономики: глобальный, национальный и региональный контекст*. Гродно: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы; 2018. с. 23–34.
3. Боголюбская-Синякова ЕС. Анализ экстенсивного и инновационного путей развития производства и торговли. В: *Беларусь-2030: государство, бизнес, наука, образование. Материалы V Международной научной конференции, посвященной 20-летию образования экономического факультета Белорусского государственного университета; 14 декабря 2018 г.; Минск, Беларусь*. Минск: Право и экономика; 2018. с. 28–31.
4. Боголюбская-Синякова ЕС. Экономико-математический анализ экстенсивного и инновационного путей развития производства. В: Кравцов МК, Медведева ЮА, Александрович ЯМ, Пинигин ВВ, Воробьев ВА, Дайнеко АЕ и др., редакторы. *Экономика, моделирование, прогнозирование. Выпуск 13*. Минск: НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь; 2019. с. 170–175.
5. Калитин БС. *Математические модели первого порядка конкурентного рынка*. Минск: БГУ; 2011. 131 с.
6. Долан ЭД, Линдсей ДЕ. *Рынок: микроэкономическая модель*. Лукашевич ВВ, Ярцева ЕБ, Ярцев МБ, переводчики; Лисовик БС, Лукашевич ВВ, редакторы. Санкт-Петербург: Автокомп; 1992. 496 с.
7. Азрилиян АН, редактор. *Новый экономический словарь*. 2-е издание. Москва: Институт новой экономики; 2007. 1088 с.
8. Мастяница ВС, Рогозин СВ, Дубатовская МВ. *Сборник задач и упражнений по высшей математике для экономических специальностей*. Минск: БГУ; 2018. 335 с.

References

1. Bogolyubskaya-Sinyakova ES, Kalitine BS. [On the extensive method of production and trade]. In: Kravtsov MK, editor. *Ekonomika, modelirovanie, prognozirovanie. Vypusk 11* [Economics, modelling, forecasting. Issue 11]. Minsk: Research Economic Institute of the Ministry of Economics of the Republic of Belarus; 2017. p. 159–167. Russian.

2. Bogolyubskaya-Sinyakova ES, Kalitine BS. [Analysis and assessment of the features of the innovative way of development of production]. In: Karpitskaya ME, Vitun SE, Li Chon Ku, Tsekhan OB, Fateev VS, Platonenko EI, editors. *Problemy sovremennoi ekonomiki: global'nyi, natsional'nyi i regional'nyi kontekst* [Problems of the modern economy: global, national and regional context]. Grodno: Yanka Kupala State University of Grodno; 2018. p. 23–34. Russian.
3. Bogolyubskaya-Sinyakova ES. [Analysis of extensive and innovative ways of development of production and trade]. In: *Belarus'-2030: gosudarstvo, biznes, nauka, obrazovanie. Materialy V Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 20-letiyu obrazovaniya ekonomicheskogo fakul'teta Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta; 14 dekabrya 2018 g.; Minsk, Belarus'* [Belarus-2030: state, business, science, education. Proceedings of the 5th International scientific conference dedicated to the 20th anniversary of the establishment of the faculty of economics of the Belarusian State University; 2018 December 14; Minsk, Belarus]. Minsk: Pravo i ekonomika; 2018. p. 28–31. Russian.
4. Bogolyubskaya-Sinyakova ES. [Economic and mathematical analysis of extensive and innovative ways of development of production]. In: Kravtsov MK, Medvedeva YuA, Aleksandrovich YaM, Pinigin VV, Vorob'ev VA, Daineko AE, et al., editors. *Ekonomika, modelirovanie, prognozirovanie. Vypusk 13* [Economics, modelling, forecasting. Issue 13]. Minsk: Research Economic Institute of the Ministry of Economics of the Republic of Belarus; 2019. p. 170–175. Russian.
5. Kalitine BS. *Matematicheskie modeli pervogo poryadka konkurentnogo rynka* [Mathematical models of the first order of the competitive market]. Minsk: Belarusian State University; 2011. 131 p. Russian.
6. Dolan EJ, Lindsay DE. *Rynok: mikroekonomicheskaya model'* [Market: microeconomic model]. Lukashevich VV, Yartseva EB, Yartsev MB, translators; Lisovik BS, Lukashevich VV, editors. Saint Petersburg: Avtokomp; 1992. 496 p. Russian.
7. Azriliyan AN, editor. *Novyi ekonomicheskii slovar'* [New economic dictionary]. 2nd edition. Moscow: Institute of New Economy; 2007. 1088 p. Russian.
8. Mastyanitsa VS, Rogozin SV, Dubatovskaya MV. *Sbornik zadach i uprazhnenii po vysshei matematike dlya ekonomicheskikh spetsial'nostei* [Collection of problems and exercises in higher mathematics for economic specialties]. Minsk: Belarusian State University; 2018. 335 p. Russian.

Статья поступила в редколлегию 01.07.2021.
Received by editorial board 01.07.2021.