

16. Снопков, Н. Г. Новое качество экономического роста / Н. Г. Снопков // Экон. бюл. НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь. — 2011. — № 5. — С. 9—18.
- Snopkov, N. G. Noyoe kachestvo ekonomicheskogo rosta / N. G. Snopkov // Ekon. byul. NIEI M-va ekonomiki Resp. Belarus'. — 2011. — № 5. — S. 9—18.*
17. Мясникович, М. В. Интеграция в ЕЭП, ЕврАзЭС и СНГ: вектор перспективы / М. В. Мясникович // Белорус. экон. журн. — 2013. — № 2. — С. 4—17.
- Myasnikovich, M. V. Integratsiya v EEP, EvrAzES i SNG: vektor perspektivy / M. V. Myasnikovich // Belorus. ekon. zhurn. — 2013. — № 2. — S. 4—17.*
18. Червяков, А. В. Конкурентоспособность национальной экономики Беларуси: аспекты эффективности и достижения баланса внешнеэкономической деятельности / А. В. Червяков, И. А. Грибоедова, О. С. Семашка // Экон. бюл. НИЭИ М-ва экономики Респ. Беларусь. — 2012. — № 1. — С. 4—20.
- Chervyakov, A. V. Konkurentosposobnost' natsional'noy ekonomiki Belarusi: aspekty effektivnosti i dostizheniya balansa vneshneekonomicheskoy deyatel'nosti / A. V. Chervyakov, I. A. Griboedova, O. S. Semashka // Ekon. byul. NIEI M-va ekonomiki Resp. Belarus'. — 2012. — № 1. — S. 4—20.*
19. The global innovation index [Electronic resource] // The Global Innovation Index. — Mode of access: <https://www.globalinnovationindex.org/content/page/GII-Home>. — Date of access: 14.11.2015.
20. The Knowledge Index [Electronic resource] // THE WORLD BANK. — Mode of access: <http://web.worldbank.org>. — Date of access: 14.11.2015.

Статья поступила в редакцию 02.12.2015 г.

УДК 378.633:001.891(476)

N. Holod
A. Doropievich
BSEU (Minsk)

APPROACHES TO DEVELOPING ADEQUATE ECONOMETRIC MODEL OF PLANNING PRODUCTION VOLUME OF LIGHT INDUSTRY

The paper reveals opportunity of the statistical apparatus using for modeling of the main economic indices of light industry enterprises activity. The problem of planning of the output volume depending on the basic factors of production is considered on the data of 20 companies of the Bellegprom for 2014.

Keywords: multiple regression; correlation; correlation matrix; multicollinearity; punctual and interval forecast; approximation error; adequate model; light industry; linear and curvilinear model.

Н. И. Холод
доктор экономических наук, профессор
А. В. Доропиевич
БГЭУ (Минск)

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ АДЕКВАТНОЙ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЛАНИРОВАНИЯ ОБЪЕМА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье рассматривается возможность применения статистического аппарата для моделирования экономических показателей деятельности предприятий легкой промышленности. На массиве информации 20 предприятий Беллепрома за 2014 г. рассмотрена проблема планирования объема производства продукции в зависимости от основных производственных факторов.

Ключевые слова: множественная регрессия; корреляция; корреляционная матрица; мультиколлинеарность; точечный и интервальный прогноз; ошибка аппроксимации; адекватная модель; легкая промышленность; линейные и нелинейные модели.

Эффективность деятельности предприятий легкой промышленности определяется системой функционирующих показателей, зависящих от множества факторов. Интуитивно или исходя из опыта планировать тот или иной показатель не давало уверенности, что его уровни наилучшие. При современных масштабах производства даже незначительные ошибки оборачиваются большими потерями. В связи с этим возникла необходимость использования адекватных эконометрических моделей и экономико-математических методов. Особенно необходимо их использовать при оценке степени влияния производственных факторов, при проведении сортировки и построении модели связи показателей эффективности от наиболее влиятельных факторов.

На формирование уровней экономических показателей оказывают влияние как внутренние, так и внешние факторы, поэтому целью исследования является построение адекватной модели, отражающей заданные свойства объекта с приемлемой точностью. Такую модель можно построить, применив ряд критериев оценки адекватности ее реальному объекту по близости результатов расчета фактическим данным (критерии Стьюдента, Фишера).

Проблемой использования статистических и математических методов для решения экономических задач занимались С.А. Айвазян [1], И.И. Елисеева [2], А.И. Орлов [3] и др.

В данной статье будут предложены подходы к построению адекватной модели формирования уровня объема производства продукции предприятиями легкой промышленности.

При построении эконометрической модели предполагается, что факторы, оказывающие влияние на формирование уровня объема производства продукции, независимы. И здесь важно обосновать их независимость и определить степень влияния каждого из них на формирование уровня исследуемого показателя.

Существуют некоторые признаки, которые указывают на мультиколлинеарность. Это не соответствующие экономической теории знаки коэффициентов модели, значительные изменения параметров модели при небольшом сокращении (увеличении) объема исследуемой совокупности, незначительность параметров модели, обусловленная высокими значениями стандартных ошибок. Связь между независимыми факторами может быть выявлена с помощью парных коэффициентов корреляции

$$r_{x_i x_j} = \begin{pmatrix} r_{x_1 x_1} & r_{x_1 x_2} & \dots & r_{x_1 x_n} \\ r_{x_2 x_1} & r_{x_2 x_2} & \dots & r_{x_2 x_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{x_p x_1} & r_{x_p x_2} & \dots & r_{x_p x_n} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Парный коэффициент корреляции $r_{x_i x_i} = 1$, парный коэффициент корреляции $r_{x_i x_j} = r_{x_j x_i}$, поэтому матрица является симметрической и может быть представлена в виде

$$r_{xx} = \begin{pmatrix} 1 & & & \\ r_{x_2 x_1} & 1 & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{x_p x_1} & r_{x_p x_2} & \dots & 1 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Высокие значения парных коэффициентов корреляции указывают на наличие интеркорреляции, т.е. линейной связи между двумя факторами, и позволяют исключить

из модели дублирующие факторы. Считается, что два фактора явно коллинеарны, т.е. находятся между собой в линейной зависимости, если $r_{x_i x_j} \geq 0,7$.

Так как при построении моделей избежать отсутствия связей между объясняющими переменными практически невозможно, то можно обе переменные включить в модель, если выполняется соотношение

$$\begin{cases} r_{yx_i} > r_{x_i x_j}, \\ r_{yx_j} > r_{x_i x_j}, \end{cases} \quad i \neq j. \quad (3)$$

Если же соотношение (3) не выполняется и факторы явно коллинеарны, то они дублируют друг друга, и один из них рекомендуется исключить. Оставляется при этом фактор, который имеет тесную связь с исследуемым показателем и наименьшую тесноту связи с другими факторами.

Единого метода устранения мультиколлинеарности не существует.

Простейшим методом устранения мультиколлинеарности является исключение из модели одной или ряда коррелированных переменных. Однако это может привести к необоснованным выводам формирования уровня исследуемого показателя.

В ряде случаев проблема мультиколлинеарности может быть решена путем изменения спецификации модели, либо изменения формы модели, либо добавления объясняющих переменных, которые не учтены в первоначальной модели, но существенно влияют на формирование исследуемого показателя.

В качестве функций для построения эконометрических моделей кроме линейной используют полиномы разных степеней, показательную и другие нелинейные функции, в частности:

$y = \alpha_0 + \alpha_{11}x_1 + \alpha_{12}x_1^2 + \dots + \alpha_{1k}x_1^k + \dots + \alpha_{n1}x_n + \alpha_{n2}x_n^2 + \dots + \alpha_{nk}x_n^k + \varepsilon$ — полином k -й степени; ε — случайная составляющая;

$y = \alpha_0 x_1^{\alpha_1} \cdot \dots \cdot x_k^{\alpha_k} \varepsilon$ — степенная;

$y = \alpha_0 \alpha_1^{x_1} \cdot \dots \cdot \alpha_n^{x_n} \varepsilon$ — показательная;

$y = \alpha_0 + \alpha_1 \ln x_1 + \alpha_2 \ln x_2 + \dots + \alpha_k \ln x_k + \varepsilon$ — полулогарифмическая функция.

Получив одну из указанных эконометрических моделей, далее следует ее использовать в прогнозировании уровня исследуемого показателя эффективности. Различают точечный и интервальный прогнозы. Точечный прогноз — это расчетное значение исследуемого показателя, получаемое подстановкой в модель значений независимых переменных. Интервальный прогноз уровня исследуемого показателя от выбранных факторов содержится между минимальным и максимальным значениями показателя интервала $[y_{\min}, y_{\max}]$.

Для оценки адекватности полученной модели фактическим данным и ее использования для планирования и прогноза уровня показателя рассчитывают среднюю ошибку аппроксимации, которая представляет собой среднее арифметическое относительных ошибок аппроксимации по всем наблюдениям, включаемым в модель

$$A = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y - \hat{y}_x}{y} \right| 100 \%, \quad (4)$$

где $(y - \hat{y}_x)$ — величина отклонений фактических значений исследуемого показателя от расчетных по каждому наблюдению.

Модель считается подобранной достаточно хорошо, если средняя ошибка аппроксимации не превышает 8—10 %. Предпочтение отдается модели с наименьшей ошибкой аппроксимации.

Важными статистическими характеристиками для использования построенной эконометрической модели являются коэффициенты множественной корреляции и детерминации. Так, коэффициент множественной корреляции указывает на тесноту связи.

В случае существования тесной связи коэффициент корреляции близок к единице. Коэффициент корреляции является величиной абстрактной, не связанной с единицей измерения признаков-факторов, и варьируется в границах от -1 до 1 . Коэффициент множественной детерминации показывает степень влияния производственных факторов на исследуемый показатель и равен квадрату коэффициента множественной корреляции.

Для оценки значимости параметров модели используется критерий Стьюдента, а для оценки значимости модели в целом — критерий Фишера.

Для построения эконометрической модели зависимости объема производства продукции от выбранных факторов имеем данные по предприятиям легкой промышленности за 2014 г. (табл. 1).

Таблица 1. Исходный массив информации

Объем производства, млн руб.	Среднесписочная численность работников, чел.	Запасы готовой продукции на 01.01.2014 г., факт. млн руб.	Среднегодовая производительность труда (выработка) одного работника, млн руб./чел.
y	x_1	x_2	x_3
56 740	238	1517	238,403
348 143	1339	56 433	260,002
256 091	1343	15 635	190,686
184 451	669	17 649	275,712
216 530	1240	10 983	174,621
101 161	662	6053	152,811
36 071	313	1721	115,243
108 669	573	6448	189,649
898 625	1441	178 223	623,612
34 423	292	4490	117,887
122 719	637	4356	192,651
83 041	306	1514	271,376
89 758	547	11 210	164,091
167 955	836	23 845	200,903
3836	107	5863	35,850
30 201	231	858	130,740
25 624	289	4672	88,664
110 184	641	17 388	171,894
37 979	260	25	146,073
12 235	79	0	154,873

Источники: разработано авторами.

С помощью «Анализ данных — Корреляция» в Microsoft Excel была получена матрица парных коэффициентов корреляции (табл. 2).

Расчеты показывают, что наиболее тесная связь исследуемого показателя проявляется с факторами x_1, x_2, x_3 ($r_{yx_1} \approx 0,79$; $r_{yx_2} \approx 0,97$; $r_{yx_3} \approx 0,91$). Однако проявляется тесная связь и между факторами x_2 и x_3 , тесно связанных между собой ($r_{x_2x_3} \approx 0,88$), что свидетельствует о наличии мультиколлинеарности.

Таблица 2. Матрица парных коэффициентов корреляции

	y	x_1	x_2	x_3
y	1			
x_1	0,792	1		
x_4	0,967	0,642	1	
x_5	0,910	0,599	0,885	1

Источники: разработано авторами.

Исключаем из модели фактор x_2 , включаем фактор x_3 , так как при сильном влиянии на исследуемый показатель он слабее связан с фактором x_1 ($r_{x_1x_3} \approx 0,599 < r_{x_1x_2} \approx 0,642$).

Далее рассчитаем модель зависимости объема производства продукции от среднесписочной численности работников и среднегодовой производительности труда одного работника. Модель имеет вид

$$\hat{y} = -183\,595 + 176,47x_1 + 1147,7x_3.$$

Коэффициент множественной корреляции $R = 0,959$, а коэффициент детерминации составляет 92 %. Надежность коэффициентов модели по Стьюденту равна соответственно $t_{ст} = -6,92$ ($-183\,595$); $t_{ст} = 4,56$ ($176,47$); $t_{ст} = 8,09$ ($1147,7$).

Критерий Фишера $F = 101,78$. Все параметры модели значимы $|t_a|, |t_{b_1}|, |t_{b_2}| > t_{кр} \approx 2,11$; $F_{кр} \approx 3,59$. Так как $F > F_{кр}$, то построенная модель является статистически значимой и адекватной.

При увеличении среднесписочной численности работников (x_1) на 1 человека и неизменности среднегодовой производительности труда одного работника (x_3) объем производства (y) увеличится на 176,47 млн руб.; при увеличении среднегодовой производительности труда одного работника (x_3) на 1 млн руб./чел. и неизменности среднесписочной численности работников (x_1) объем производства увеличится на 1147,7 млн руб.

Для оценки качества модели, а также для изучения ее прогностических свойств рассчитаем среднюю ошибку аппроксимации по формуле (4), $A \approx 213,32$. Очевидно, ошибка аппроксимации достаточно большая. В этом случае для улучшения параметров модели упорядочим значения (y_i) по возрастанию, а значения (x_i) поставим к ним в соответствие. Затем найдем отношения $\frac{y_i}{x_1}$ и $\frac{y_i}{x_3}$. Значения в этих колонках должны возрастать.

В случае если следующее значение отношения меньше предыдущего, то соответствующее ему наблюдение исключаем. Проведем данную процедуру, получаем следующий массив информации (табл. 3).

Таблица 3. Отсортированные данные объема производства продукции

i	y	x_1	x_5
1	2	3	4
15	3836	107	35,850
17	25 624	289	88,664
10	34 423	292	117,887
7	36 071	313	115,243
19	37 979	260	146,073
13	89 758	547	164,091
8	108 669	573	189,649

1	2	3	4
18	110 184	641	171,894
5	216 530	1240	174,621
3	256 091	1343	190,686
2	348 143	1339	260,002
9	898 625	1441	623,612

Источники: разработано авторами.

Рассчитав параметры модели по данной информации и статистические характеристики, имеем

$$\hat{y} = -156\,647 + 99,17x_1 + 1410,8x_5, R^2 = 0,97$$

$$t_{\text{ст}} \quad (-6,33) \quad (2,47) \quad (10,42) \quad F = 151,067; F_{\text{кр}} \approx 4,26.$$

Критерии Стьюдента $t_{\text{ст}}$ записаны в модели соответственно коэффициентам регрессии. Критическое значение $t_{\text{кр}} \approx 2,26$. И так как $|t_a|, |t_{b_1}|, |t_{b_2}| > t_{\text{кр}}$, то можно сделать вывод о том, что коэффициенты модели значимы. Построенная модель является адекватной и статистически значимой ($F > F_{\text{кр}}$). А это значит, что ее можно использовать для определения объема производства продукции на плановый период. Так, при средних значениях факторов $\bar{x}_1 = 770,5$; $\bar{x}_3 = 205,28$

$$\hat{y} = -156\,647 + 99,17 \cdot 770,5 + 1410,8 \cdot 205,28 \approx 209\,372,5 \text{ млн руб.}$$

На основе исходной информации объемов производства продукции и влияющих на них факторов предприятий легкой промышленности построена эконометрическая модель, определены статистические характеристики, указывающие на ее адекватность реальным данным показателя. Использование моделей и компьютерной техники позволяет более эффективно проводить плановые и прогнозные расчеты.

Методика построения, сортировка массива информации с помощью формулы (4) и ряд полученных статистических характеристик могут быть использованы и для построения моделей прогноза других экономических показателей. Вместе с тем при построении эконометрических моделей могут возникнуть определенные сложности, такие как сбор реальной объективной информации. Иногда в массиве информации за исследуемые периоды как по показателю, так и по факторам содержатся ложные наблюдения, поэтому применяемая сортировка имеет важное значение для построения адекватной модели по реальным данным.

Л и т е р а т у р а

1. Айвазян, С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики : учеб. для студентов экон. специальностей вузов / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. — М. : ЮНИТИ, 1998.
Ayvazyan, S. A. Prikladnaya statistika i osnovy ekonometriki : ucheb. dlya studentov ekon. spetsial'nostey vuzov / S. A. Ayvazyan, V. S. Mkhitaryan. — М. : YuNITI, 1998.
2. Эконометрика : учебник / И. И. Елисеева [и др.] ; под ред. И. И. Елисеевой. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Финансы и статистика, 2012.
Ekonometrika : uchebnik / I. I. Eliseeva [i dr.] ; pod red. I. I. Eliseevoy. — 2-e izd., pererab. i dop. — М. : Finansy i statistika, 2012.
3. Орлов, А. И. Эконометрика : учеб. пособие для вузов / А. И. Орлов. — М. : Экзамен, 2002.
Orlov, A. I. Ekonometrika : ucheb. posobie dlya vuzov / A. I. Orlov. — М. : Ekzamen, 2002.
4. Гладилин, А. В. Эконометрика : учеб. пособие / А. В. Гладилин, А. Н. Герасимов, Е. И. Громов. — М. : КноРус, 2008.

Gladilin, A. V. Ekonometrika : ucheb. posobie / A. V. Gladilin, A. N. Gerasimov, E. I. Gromov. — М. : KnoRus, 2008.

5. *Кремер, Н. Ш. Эконометрика : учеб. для студентов вузов / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2008.*

Kremer, N. Sh. Ekonometrika : ucheb. dlya studentov vuzov / N. Sh. Kremer, B. A. Putko. — М. : YUNITI-DANA, 2008.

6. *Русилко, Т. В. Эконометрика : учеб. пособие / Т. В. Русилко, Г. В. Хацкевич. — Гродно : ГрГУ им. Я. Купалы, 2014.*

Rusilko, T. V. Ekonometrika : ucheb. posobie / T. V. Rusilko, G. V. Khatskevich. — Grodno : GrGU im. Ya. Kupaly, 2014.

7. *Белько, И. В. Эконометрика. Практикум : учеб. пособие / И. В. Белько, Е. А. Криштанович. — Минск : Изд-во Гревцова, 2011.*

Bel'ko, I. V. Ekonometrika. Praktikum : ucheb. posobie / I. V. Bel'ko, E. A. Krishtanovich. — Minsk : Izd-vo Grevtsova, 2011.

Статья поступила в редакцию 15.12.2015 г.

УДК 659.1:339.138

Zh. Tsaurkubule

Baltic International Academy (Riga, Latvia)

A. Vishnevskaya

Transport and telecommunication Institute (Riga, Latvia)

THE USE OF NEW TYPES OF OUTDOOR ADVERTISING IN CONTEMPORARY MARKETING

This article describes one direction of the alternative marketing — new types of the outdoor advertisement. Discussed reasons of its appearance, strong sides and weaknesses. Gives description of the main kinds of outdoor advertisement: Ambient Media, Graffiti, Partizane Projection. Registered considerable experience information about its using, but the lack of theoretical base. Analysed specifics of development, organization and implementation such advertisement. Gives conclusion about new outdoor advertisement possibility to deliver strong impulse on perception and intensify the effect of marketing communication, which makes this type of advertisement contemporary and essential in any advertisement campaign.

Keywords: *alternative marketing; marketing communication; outdoor advertisement; kinds of advertisement; Ambient Media; Graffiti; Partizan Projection; terminology; experience exchange; efficiency.*

Ж. Л. Цауркубуле

*доктор инженерных наук, ассоциированный профессор
Балтийская Международная Академия (Рига, Латвия)*

А. П. Вишневская

*доктор педагогических наук, доцент
Институт транспорта и связи (Рига, Латвия)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ НАРУЖНОЙ РЕКЛАМЫ В СОВРЕМЕННОМ МАРКЕТИНГЕ

В статье рассматривается одно из направлений альтернативного маркетинга — новые виды наружной рекламы. Анализируются причины их возникновения, достоинства и недостатки. Дается описание основных видов новой наружной рекламы: Ambient Media, Graffiti, Partizan Projection. Отмечается наличие информации по обмену опытом их использования и отсутствие теоретической базы. Анализируются особенности разработки, организации и применения этих видов альтернативной