

УДК 001.891.57

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ

Гизатов Е.Х., Жанысова А.Б., Жантасова К.Х., Рахметова Т.М., Абдрахманова Д.Ж.

*Западно-Казахстанский гуманитарный технический университет, Уральск,  
e-mail: didok05@mail.ru*

В промышленности Республики Казахстан на долю Западно-Казахстанской области приходится около 9 процентов всего объема промышленного производства. Рассмотрим некоторые виды моделей производственных функций, динамика долей горнодобывающей и обрабатывающей отраслей, структуру валового регионального продукта, коэффициент вариации объема производства, рост экономики применительно к промышленному производству Западно – Казахстанской области. И рассматривается построение графика производственных функций, где отчетливо показано фактические и расчетные значения объема промышленного производства.

**Ключевые слова:** моделирование объема, промышленное производство, производственные функций, структура валового продукта, коэффициент вариации, модель, динамика, прогноз, горнодобывающая отрасль, коэффициент эластичности, фактические значения, расчетные значения, ошибка аппроксимации

## SIMULATION OF INDUSTRIAL PRODUCTION IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION USING THE PRODUCTION FUNCTION

Gizatov E.H., Zhanysova A.B., Zhantasova K.H., Rakhmetova T.M., Abdrakhmanova D.J.

*West Kazakhstan Humanitarian Technical University, Uralsk, e-mail: didok05@mail.ru*

In the industry of the Republic of Kazakhstan to share-but-West Kazakhstan region accounts for about 9 percent of the total volume of industrial production. Let us consider some types of models of production functions, the dynamics of shares of mining and manufacturing industries, the structure of the gross regional product, the coefficient of variation in output growth of the economy in relation to the industrial production of the West – Kazakhstan region. And consider the construction schedule of production functions, where clearly shows actual and estimated values of the volume of industrial production.

**Keywords:** modeling volume, manufacturing, production functions, the structure of GDP, coefficient of variation, model, dynamics, forecast, mining, elasticity, actual values, calculated values, the error of approximation

*В сущности, все модели  
неправильны, но некоторые  
полезны.*

Джордж Бокс

В структуре валового регионального продукта (ВРП) Западно-Казахстанской об-

ласти доля промышленного производства (за 2005–2011 гг.) составляет примерно 50 процентов. На долю других основных отраслей (сельское хозяйство, строительство, производство услуг) приходится остальная часть ВРП (рис. 1).

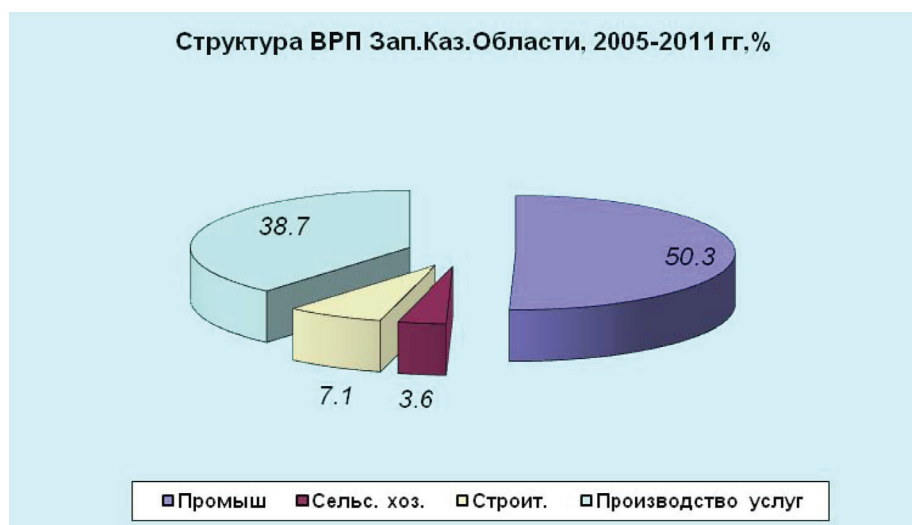


Рис. 1. Структура ВРП Зап. Каз. области (2005-2011 гг.)

В промышленности Республики Казахстан на долю Западно-Казахстанской области приходится около 9 процентов всего объема промышленного производства.

Объем промышленного производства в Западно-Казахстанской области за 1994–2011 годы развивался неравномерно, что можно видеть на рис. 2.

**Объем промышленного производства в Зап. Каз. области (1994-2011 гг.), млн. тенге**

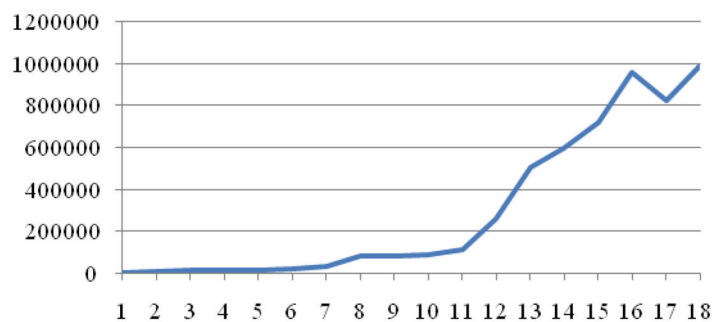


Рис. 2

Устойчивое развитие отрасли намечается примерно с 2002 года.

В составе промышленного производства основная доля приходится на горнодобывающую отрасль (около 90 процентов) и обрабатывающую. Обрабатывающая промышленность занимает примерно 8,5 процентов от объема промышленного производства.

Динамика долей горнодобывающей и обрабатывающей отраслей в составе про-

мышленного производства (в %) приведена в табл. 1.

**Таблица 1**

	Горнодобывающая отрасль	Обрабатывающая отрасль
2006	90.3	7.9
2007	90.0	8.1
2008	89.6	8.7
2009	88.2	9.0
2010	89.0	8.4

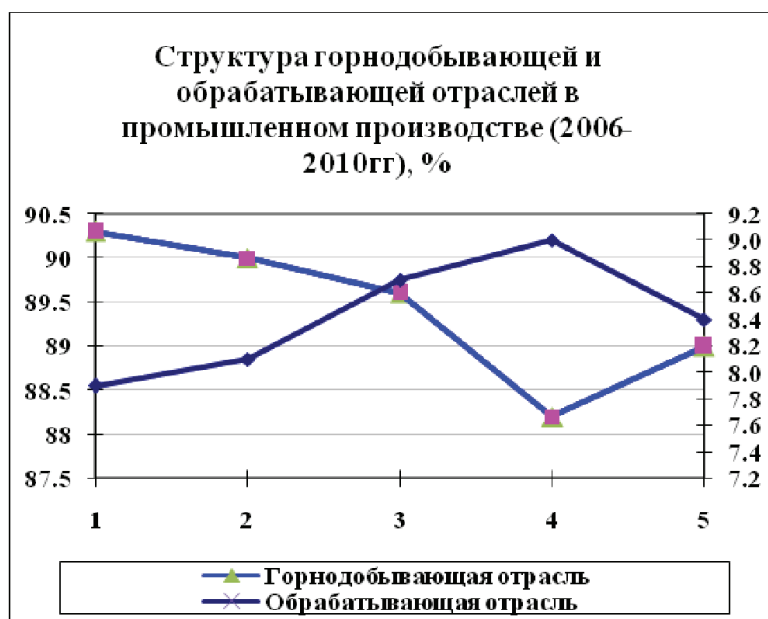


Рис. 3

Регион богат топливно-энергетически-ми видами ископаемых (сырая нефть и попутный газ, природный газ) и в ближайшей перспективе горнодобывающая и обрабатывающая отрасли будут оставаться основными отраслями промышленного производства области.

Коэффициент вариации объема производства промышленной продукции за 2005-2011 гг. составил 6,3 процента. За период 2000-2011 гг. вариация объема промышленного производства составляла 38,9 процента, а за период 1994-2011 гг. коэффициент вариации составляет 50 процентов.

За период 1994-2011 гг. среднегодовой темп прироста объема промышленного производства составил 0,58 процента.

Вопросы экономического роста являются фундаментальным вопросом любой экономической системы. Экономический рост определяется и измеряется двумя взаимосвязанными способами: это увеличение реального ВВП за некоторый период времени или же его можно рассматривать как увеличение за некоторый период времени реального ВВП на душу населения.

Существует два основных типа экономического роста: экстенсивный и интенсивный.

Экстенсивный экономический рост означает, что количественное наращивание объема производства товаров и услуг происходит при качественной неизменности факторов производства.

Интенсивный экономический рост связан с тем, что прирост производства товаров и услуг обеспечивается повышением эффективности факторов производства. Этот тип производства ведёт к преодолению ограниченности производственных ресурсов, предполагает улучшение технологического процесса и его внедрение в производственный процесс.

Экстенсивными факторами экономического роста являются: рост объема потребленного сырья, материалов, топлива; увеличение занятых работников; увеличение объема инвестиций при сохранении существующего уровня технологий.

Интенсивными факторами экономического роста являются: улучшение использования основных и оборотных фондов; повышение квалификации работников; ускорение НТП (прежде всего, внедрение новой техники и технологий путём обновления основных фондов); улучшение организации производства.

В реальной действительности два противоположных типа экономического роста могут взаимодействовать, существовать вместе.

Экономическая теория достаточно давно стала исследовать проблемы экономического роста.

В экономической теории для математического описания процесса производства широко используются производственные функции.

Производственная функция – это экономико-математическое соотношение, задающее в аналитической форме связь между экономическими характеристиками выпуска и используемыми экономическими ресурсами (факторами) или их общими объёмами. Посредством производственной функции описываются различные экономические единицы: предприятия, отрасли, народное хозяйство в целом. Чаще других используются производственные функции типа  $Y = AK^{\alpha}L^{\beta}$ , здесь  $Y$  – выпуск,  $K$  – производственные фонды,  $L$  – труд,  $A$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  – коэффициенты, определяемые обработкой статистических данных.

Наиболее распространенный вид производственной функции – функция Кобба–Дугласа, названная по имени ее создателей. Американский экономист Пол Дуглас еще в 1927 г. заметил, что распределение национального дохода между трудом и капиталом мало изменяется во времени, т.е. с ростом производства и рабочие, и собственники капитала равным образом пользуются благами процветающей экономики. Перед Дугласом встала задача определения причин такого постоянства долей факторов производства. Он обратился к математику Чарльзу Коббу, чтобы тот отыскал функцию со свойствами постоянных долей факторов производства при условии, что факторы производства всегда получают свои предельные продукты. Такая функция получила следующее выражение:

$$Y = A K^{\alpha} L^{\beta},$$

где  $A$  – коэффициент пропорциональности;  $\alpha$ ,  $\beta$  – коэффициенты эластичности выпуска товаров по затратам капитала и труда.

Данная функция строится при предположении о полной взаимозаменяемости труда и капитала, о постоянной отдаче каждой единицы любого фактора.

Возможны следующие варианты использования функции Кобба–Дугласа:

- а)  $\alpha + \beta = 1$  – неизменная эффективность факторов производства;
- б)  $\alpha + \beta > 1$  – растущая эффективность факторов производства;
- в)  $\alpha + \beta < 1$  – падающая эффективность факторов производства.

Дальнейшая модификация производственной функции Кобба – Дугласа связана с учетом в ней влияния научно-техниче-

ского прогресса. Один из возможных видов таких функций – производственная функция Я. Тинбергена. Он снял ограничение на величину показателей степени при факторах производства, равных единице. В этом случае производственная функция приобретает вид:

$$Y = A K^\alpha L^\beta,$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – коэффициенты эластичности объема производства по капиталу и труду соответственно.

При  $(\alpha + \beta) = 1$  эта функция превращается в производственную функцию Кобба-Дугласа с ее достоинствами и недостатками.

Коэффициент эластичности показывает относительное изменение продукта, выраженное в процентах, при относительном увеличении фактора на один процент. Если эластичность выпуска по капиталу больше эластичности выпуска по труду, то экономика имеет трудосберегающий (интенсивный) рост. Если выполняется неравенство  $\beta > \alpha$ , то имеет место фондосберегающий (экстен-

сивный) рост экономики. В этом случае увеличение трудовых ресурсов на один процент приводит к большему росту объема производства, нежели такое же увеличение капитала.

Другая модификация производственной функции Кобба-Дугласа связана с именем Р. Солоу, который предложил учитывать влияние научно-технического прогресса на экономический рост в качестве независимой переменной. В этом случае производственная функция приобретает вид:

$$Y = A K^\alpha L^{1-\alpha} e^{\lambda t},$$

где  $\lambda$  – темп прироста валового выпуска продукции за счет научно-технического прогресса.

Величина коэффициента  $\lambda$  говорит о степени воздействия научно-технического прогресса на экономический рост.

Рассмотрим некоторые виды моделей производственных функций, применительно к промышленному производству Западно-Казахстанской области.

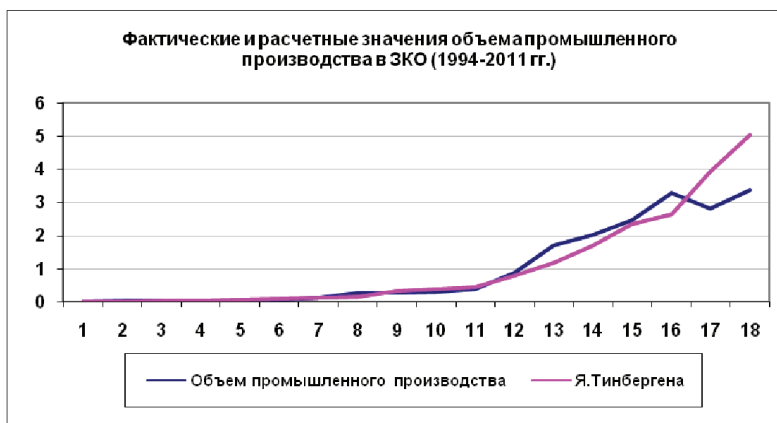


Рис. 4

В качестве моделей рассмотрим следующие пять видов производственных функции Кобба-Дугласа, Я. Тинбергена, Р. Солоу, функцию, когда информационный ресурс рассматривается в составе НТП и информационный ресурс как отдельный фактор производства):

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$$

$$Y = AK^\alpha L^\beta$$

$$Y = AK^\alpha L^{1-\beta} e^{\gamma t}$$

$$Y = AK^\alpha L^{1-\beta} e^{\gamma t}$$

$$Y = AK^\alpha L^{1-\beta} I^\gamma$$

Параметры моделей рассчитаны по программе ПФ lite v. 2.2 beta release (автор Рыков Н.) по данным приложения 2.

$$Y = 0.4986K^{0.3482} L^{0.6518}$$

$$Y = 0.7021K^{0.1866} L^{1.5766}$$

$$Y = 0.0889K^{0.0035} L^{0.9965} e^{0.1679t}$$

$$Y = 0.2142K^{0.4118} L^{0.5882} e^{0.8683t}$$

$$Y = 0.6987K^{0.1771} L^{1.6025} I^{-0.0116}$$

Средняя относительная ошибка аппроксимации (в %)

Таблица 2

ПФ Кобба–Дугласа	ПФ Я.Тинбергена	ПФ Р. Солоу	ПФ Информационный ресурс в составе НТП	ПФ Информационный ресурс как отдельный фактор
148	30	39	65	30

Наименьшую относительную ошибку дали модели 2 и 5, т.е. модель производственной функции Я. Тинбергена и ПФ, когда информационный ресурс рассматривается как отдельный фактор.

Построим графики производственных функций по фактическим и расчетным значениям объема промышленного производства в Западно-Казахстанской области за 1994-2011 гг. Графики приведены на рис. 4 и 5.



Рис. 5

Расчеты показали, что промышленное производство в Западно-Казахстанской области развивается экстенсивным путем ( $\beta=1,5766 > \alpha=0,1866$ ), т.е. увеличение трудовых ресурсов на один процент приводит к большему росту объема промышленного производства, нежели такое же увеличение капитала.

Такую же картину показывает и модель, когда инвестиции рассматриваются как отдельный фактор производства и при этом влияние этого фактора на объем промышлен-

ного производства практически отсутствует ( $\gamma=-0,0116$ ). Рост экономики в области по этой модели также показывает на экстенсивный рост промышленного производства –  $\beta=1,6025 > 0,1771=\alpha$ .

Проведем по этим моделям прогноз объема промышленного производства в Западно-Казахстанской области на 2012 год. В прогностических целях использована программа ADAPTA (автор Рыков Н.). Результаты расчетов по этой программе приведены в табл. 3, 4.

**Таблица 3**

Год	Объем промышленного производства, млн. тенге	HARMO_ Объем промышленного производства (по Я. Тинбергену), млн. тенге	ООF_HARMO Средняя относительная ошибка аппроксимации
1994	822.0968781	1003.79	0.22
1995	4266.457874	3970.78	0.07
1996	6620.668484	6874.13	0.04
1997	10342.67774	9820.37	0.05
1998	13328.17103	14133.33	0.06
1999	22874.29478	22196.99	0.03
2000	31785.31921	30418.10	0.04
2001	45057.02267	50346.39	0.12
2002	92295.05876	86941.77	0.06
2003	107896.5572	104686.29	0.03
2004	122617.7952	132310.62	0.08
2005	224999.9413	217621.57	0.03
2006	329113.2908	332884.46	0.01
2007	481838.901	487479.16	0.01
2008	662176.7574	634478.70	0.04
2009	747602.2014	786912.24	0.05
2010	1114155.519	1082326.11	0.03
2011	1430296.295	1438698.39	0.01
2012		1614147.52	Средняя относительная ошибка аппроксимации OOF=5.44 %

**Таблица 4**

Год	Объем промышленного производства, млн. тенге	HARMO_ Объем промышленного производства (Информационный ресурс как отдельный фактор), млн. тенге	ООF_HARMO Средняя относительная ошибка аппроксимации
1994	817.68	994.53	0.22
1995	4288.44	4001.12	0.07
1996	6698.07	6947.66	0.04
1997	10433.23	9924.89	0.05
1998	13388.00	14153.26	0.06
1999	22606.58	21963.46	0.03
2000	31358.55	29967.28	0.04
2001	44489.68	49769.30	0.12
2002	91888.54	86590.89	0.06
2003	108410.54	105299.31	0.03
2004	124268.84	133707.91	0.08
2005	225678.74	218473.47	0.03
2006	328952.35	332577.39	0.01
2007	480096.65	485917.67	0.01
2008	659867.86	631752.21	0.04
2009	744243.89	783831.76	0.05
2010	1115284.31	1084086.00	0.03
2011	1442467.04	1449776.66	0.01
2012		1627518.08	Ошибка аппроксимации OOF=5.44 %

Фактическое значение объема промышленного производства в Западно – Казахской области в 2012 году составило 1480715,8 тенге. Разница в прогнозных и фактических значениях ВРП промышленности по рассмотренным моделям составляют 9 и 9,9 процента, что можно считать

хорошим приближением к исходным данным.

Ожидаемый расчетный объем промышленного производства в Западно-Казахстанской области на 2013 год составляет 1579979,4 млн. тенге со средней относительной ошибкой прогноза около ± 9,2 процента.

## Приложение 1

## Исходные данные по промышленности Западно-Казахстанской области

Год	У	К	Л	І
	Объем промышленного производства, млн. тенге	Наличие основных средств по балансовой стоимости, млн. тенге	Среднемесячная заработная плата в промышленности, тенге	Инвестиции в основной капитал в промышленности, млн. тенге
1994	426.3	23344	2065	801.60
1995	7077.4	33692	5619	2240.00
1996	12271.6	39666	7283	1999.70
1997	11859.5	58039	9239	3199.30
1998	10381.8	59800	10813	6391.90
1999	19218.9	64622	15092	51263.30
2000	31560.3	63775	18623	96313.00
2001	80960.1	59711	23418	157610.00
2002	77842.4	68358	36318	184434.10
2003	88088.1	68171	40113	104712.00
2004	110818.8	74911	43020	53886.00
2005	260613.9	466671	50916	42875.80
2006	501689.9	664221	62154	67786.80
2007	596796.4	682715	78898	147908.00
2008	721135.3	853359	94010	180187.20
2009	961322.7	1016699	99448	193085.00
2010	825144.0	1227242	125264	172237.10
2011	990133.7	1358890	145009	115477.60

## Приложение 2

## Исходные данные по промышленности (в коэффициентах – данные разделены на средние величины показателей)

Год	Объем промышленного производства	Наличие основных средств по балансовой стоимости	Средняя месячная заработная плата в промышленности	Инвестиции в основной капитал в промышленности
1994	0.001446	0.0610399	0.042857	0.009118
1995	0.024003	0.0880979	0.116617	0.02548
1996	0.041619	0.1037187	0.151152	0.022747
1997	0.040222	0.1517605	0.191746	0.036392
1998	0.03521	0.1563652	0.224413	0.072708
1999	0.065181	0.1689737	0.31322	0.583123
2000	0.107038	0.166759	0.386502	1.095567
2001	0.274579	0.1561325	0.486018	1.792824
2002	0.264005	0.1787426	0.753744	2.09795
2003	0.298753	0.1782537	0.832506	1.191106
2004	0.375845	0.1958774	0.892838	0.612957
2005	0.88388	1.2202523	1.056712	0.487715
2006	1.701496	1.7368065	1.289945	0.771079
2007	2.024052	1.7851647	1.63745	1.682463
2008	2.445751	2.231365	1.951085	2.049641
2009	3.260354	2.6584667	2.063945	2.196355
2010	2.7985	3.208995	2.599731	1.959208
2011	3.358067	3.5532285	3.009519	1.313565

## Список литературы

1. Промышленность Казахстана и его регионов: Статистический сборник / на казахском и русском языках. – 216 с.
2. Казахстан за годы независимости: Статистический сборник / на русском языке. – 194 с.
3. Западно-Казахстанская область в цифрах: Статистический сборник, 2009 – 168 с.

4. Математическая экономика на персональном компьютере / Пер. с яп. М. Кубонива; М. Табата, С. Табата, Ю. Хасэбэ; Под ред. М. Кубонива; Под ред. и с предисл. Е.З. Демиденко. – М.: Финансы и статистика, 1991. – 304 с.: ил.

5. Кундышева Е.С. Математическое моделирование в экономике: Учебное пособие / Под науч. ред. проф. Б.А. Сулакова. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К0», 2004. – 352 с.

6. <http://monobit.ru/categories/nauchnye/products>.