

# Эконометрическое моделирование динамики цен и уровня инфляции в Беларуси

Михаил КРАВЦОВ



Доктор  
физико-математических  
наук,  
профессор

Андрей КАРТУН



Экономист

Одной из приоритетных задач денежно-кредитной политики любой страны наряду с мерами экономической политики является обеспечение снижения инфляции, измерителем которой является индекс потребительских цен (ИПЦ). Для анализа и прогнозирования инфляции в Республике Беларусь используются различные эконометрические модели [1—3]. Так, в работе [1] в рамках системы эконометрических моделей для анализа, прогнозирования и оценки различных вариантов денежно-кредитной политики на основе помесечных данных разработаны модели ИПЦ, обменного курса, процентной ставки по срочным депозитам и денежного агрегата М1. На основе функции спроса на деньги построена модель индекса потребительских цен, с помощью которой найдено одно долгосрочное соотношение между ИПЦ и показателем, характеризующим величину разбалансировки между спросом и предложением по денежному агрегату М1. В модели обменного курса в качестве факторов выступают денежный агрегат М1 и поступление валютной выручки на счета субъектов хозяйствования. В модели процентной ставки объясняющими переменными выступают ставка рефинансирования Национального банка и ставка по кредитам межбанковского рынка. Спрос на деньги определяется реальным ВВП, денежной базой, ставкой по депозитам и номинальным обменным курсом белорусского рубля по отношению к доллару США. Следует отметить, что данная система была доработана в рамках научно-исследовательского проекта БГУ и Национального банка под руководством В.И. Ма-

люгина и используется банком при разработке денежно-кредитной политики на очередной год.

В работе [2] на статистических квартальных данных оценена модель ИПЦ в рамках системы эконометрических моделей, предназначенной для анализа и прогнозирования совокупного спроса в Республике Беларусь, где в качестве основных факторов выступают номинальный обменный курс белорусского рубля к доллару США, ставка рефинансирования Национального банка, тарифная ставка первого разряда, цена импорта сырой нефти и цена импорта природного газа. К сожалению, эта модель оказалась неустойчивой к изменениям входных данных, поэтому она приводила к структурной нестабильности сценарных прогнозов макроэкономических показателей Республики Беларусь, разработанных на основе предложенной системы моделей.

В работе [3] приведены модели ИПЦ и индекса цен производителей промышленной продукции (ИЦПП), оцененные на помесечных данных, в которых учитывались такие факторы, как номинальный обменный курс белорусского рубля к доллару США, рублевая денежная масса (М2), номинальная ставка рефинансирования Национального банка, скорость обращения денег, индексы цен на сырую нефть и природный газ, темп роста реальной заработной платы, а также ИПЦ России. Следует отметить, что данные модели могут использоваться в большей степени как аналитические, а не прогностические, поскольку содержат такой труднопрогнозируемый фактор, как скорость обращения денег.

В данной работе с помощью пакета EViews<sup>1</sup> разработана система эконометрических моделей для анализа и краткосрочного прогнозирования динамики цен и уровня инфляции в Республике Беларусь, включающая ИПЦ, ИЦППП, рублевую денежную массу (M2) и дефлятор ВВП. Эта система для выше-названных показателей апробирована на данных 2006 г., и на ее основе сделаны сценарные прогнозы на 2008 г. в зависимости от цен импорта природного газа и сырой нефти.

**Спецификация моделей и эконометрический анализ временных рядов.** В качестве основных факторов, определяющих ИПЦ ( $cri_t^b$ ), рассматриваются номинальный обменный курс белорусского рубля по отношению к доллару США ( $EU_t$ ), руб./долл.; рублевая денежная масса (M2) ( $m2_t$ ), млрд. руб.; энергоёмкость ВВП ( $pint_t$ ), тунт<sup>2</sup>/руб. Данные теоретические предпосылки приводят к следующей спецификации модели:  $cri_t^b = f_1(EU_t, m2_t, pint_t)$ ,  
(+) (+) (+)

где в скобках под показателем указан знак влияния.

Для модели ИЦППП ( $ppi_t^b$ ) выбраны следующие факторы: цена импорта природного газа ( $gasp_t$ ), долл. США/1000м<sup>3</sup>; цена импорта сырой нефти ( $oilp_t$ ), долл. США/т; номинальный обменный курс белорусского рубля по отношению к доллару США ( $EU_t$ ), руб./долл.; номинальная средняя заработная плата одного работника ( $nw_t$ ), тыс. руб.; энергоёмкость ВВП ( $pint_t$ ), тунт/руб. В результате получена следующая спецификация модели:

$$ppi_t^b = f_2(EU_t, nw_t, gasp_t, oilp_t, pint_t). \quad (+) (+) (+) (+) (+)$$

В статистических и аналитических публикациях [4] одной из основных характеристик состояния денежной массы (например, при сравнении темпов ее роста и темпов инфляции) служит рублевая денежная масса (M2), которая представляет собой агрегат M1, увеличенный на срочные и условные депозиты, средства в ценных бумагах юридических лиц и физических лиц — резидентов Республики Беларусь в белорусских рублях. Согласно [5], теоретическая функция спроса на деньги имеет следующий вид:

$$M_d = f(P, I, R),$$

где  $M_d$  — спрос на номинальные денежные средства;

$P$  — уровень цен;

$I$  — реальный доход;

$R$  — вектор показателей доходности от различных активов, альтернативных денежным средствам.

Исходя из этой функции для рублевой денежной массы (M2), авторами выбраны следующие экзогенные переменные: ИЦППП ( $ppi_t^b$ ), реальный ВВП ( $gdp_t$ ), номинальная ставка рефинансирования Национального банка ( $nr_t$ ). В результате получена следующая модель:  $m2_t = f_3(ppi_t^b, gdp_t, nr_t)$ .  
(+) (+) (-)

Дефлятор ВВП ( $gpi_t$ ) представляет собой средневзвешенный индекс, или уровень цен на товары и услуги, формирующих ВВП [6]. Поэтому дефлятор ВВП будет оцениваться следующей зависимостью:

$$gpi_t^b = f_4(cri_t^b, ppi_t^b). \quad (+) (+)$$

Временные ряды (В.р.) для выше-названных показателей сформированы на квартальной основе с I квартала 1996 г. по I квартал 2007 г. и рассматриваются в логарифмической форме, поскольку она более удобна с позиции качественного анализа результатов моделирования. В этом случае коэффициенты уравнений имеют смысл эластичности. Вопрос об отнесении каждого из рассматриваемых рядов к классу стационарных или нестационарных решался по результатам двух тестов: расширенного Дики-Фуллера (ADF-тест) и Квятковского—Филлипа—Шмидта—Шина (KPSS-тест) [7]. Если они оказывались противоречивыми, то проводились дополнительные тесты — Филлипа—Перрона, Эллиота-Ротенберга—Стока [7]. Результаты тестов на стационарность для В.р., используемых при построении моделей, представлены в *таблице 1*.

Результаты тестов свидетельствуют о том, что В.р. для ИЦППП, номинального обменного курса белорусского рубля по отношению к доллару США, рублевой денежной массы (M2), номинальной ставки рефинансирования, цены импорта природного газа, цены импорта сырой нефти, номинальной средней заработной платы одного работника, реального ВВП, дефлятора ВВП являются нестационарными с порядком интегрированности I(1), а В.р. показателя энергоёмкость ВВП — стационарным с порядком интегрированности I(0). Для В.р. ИПЦ результаты тестов оказались противоречивыми, поэтому были проведены дополнительные тесты, по результатам которых установлено, что В.р. ИПЦ является нестационарным рядом с порядком интегрированности I(1).

С целью анализа прогнозных свойств и устойчивости коэффициентов регрессионных зависимостей оценивание моделей проводилось на двух временных промежутках: с I квартала 1996 г. по IV квартал 2005 г. и с I квартала 1996 г. по I квартал 2007 г.

**Модель анализа и прогнозирования ИПЦ.** Так как В.р. для ИПЦ, номинального обменного курса белорусского рубля по отношению к доллару США и рублевой денежной массы (M2) являются нестационарными, то, применив тест Йохансена, было найдено коинтеграционное соотношение между данными показателями. В результате модель анализа и прогнозирования ИПЦ имеет следующий вид: (на данных с I квартала 1996 г. по I квартал 2007 г.)

$$\begin{aligned} \Delta \ln cri_t^b = & -0,118[\ln cri_{t-1}^b - 0,668 \ln EU_{t-1} - 0,234 \ln m2_{t-1} + \\ & (0,0001) \quad (0,0000) \\ & + 5,828] + 0,648 \Delta \ln cri_{t-1}^b + 0,167 \ln \Delta m2_{t-1} + \\ & (0,0001) \quad (0,0050) \\ & + 0,83 \ln pint_t + 0,377 D(1998,3)_t; \quad (1) \\ & (0,0021) \quad (0,0001) \end{aligned}$$

<sup>1</sup> EViews — эконометрический пакет, с помощью которого анализируются данные, выявляются статистические зависимости, строятся эконометрические модели и прогнозы.

<sup>2</sup> Тонн условного топлива (далее — тут).

Таблица 1

**Результаты тестов ADF и KPSS для В.р., используемых при построении моделей**

Временной ряд	ADF-тест			KPSS-тест			Результат
	Спецификация	ADF-статистика	Критические значения	Спецификация	LM-статистика	Критические значения	
$cpi_t^b$	N	-2,092	-1,948	T	0,213	0,146	I(1)
$EU_t$	C	-2,593	-2,933	T	0,265	0,146	I(1)
$m2_t$	C	-2,204	-2,933	T	0,193	0,146	I(1)
$nr_t$	N	1,365	-1,949	T	0,189	0,146	I(1)
$ppi_t$	C	-2,625	-2,931	T	0,214	0,146	I(1)
$gasp_t$	N	-0,166	-1,949	C	0,191	0,463	I(1)
$oilp_t$	T	-2,936	-3,518	T	0,126	0,146	I(1)
$gdp_t$	N	1,942	-1,950	T	0,285	0,146	I(1)
$pint_t$	N	-9,490	-1,949	T	0,115	0,146	I(0)
$gpi_t^b$	N	-1,993	-1,950	T	0,204	0,146	I(1)
$nw_t$	C	-2,258	-2,993	T	0,205	0,146	I(1)

(на данных с I квартала 1996 г. по IV квартал 2005 г.)

$$\Delta \ln cpi_t^b = -0,155[\ln cpi_{t-1}^b - 0,658 \ln EU_{t-1} - 0,243 \ln m2_{t-1} + 5,827] + 0,651 \Delta \ln cpi_{t-1}^b + 0,187 \Delta \ln m2_{t-1} + 0,087 \ln pint_t + 0,375 D(1998,3)_t, \quad (2)$$

(0,0001) (0,0070) (0,0020) (0,0004)

где в скобках под коэффициентами указаны  $p$ -значения  $t$ -статистики;  $D(1998,3)$  — фиктивная переменная выброса в III квартале 1998 г. (ее математическое описание дано в [8]),  $[\Delta]$  — коинтеграционное соотношение,  $\Delta$  — оператор взятия разностей.

В соответствии с моделью (1) увеличение ИПЦ в долгосрочном периоде определяется ростом рублевой денежной массы (M2) и номинального обменного курса белорусского рубля по отношению к доллару США, их рост на 1% увеличит ИПЦ на 0,234 и 0,668% соответственно. В краткосрочном периоде большое влияние на него оказывает ИПЦ с лагом один квартал, что свидетельствует об инерционном эффекте в динамике данного показателя. Необходимо отметить, что значимо также влияние таких показателей, как рублевая денежная масса (M2) с лагом один квартал и энергоёмкость ВВП.

Так как оцененные параметры (коэффициенты) регрессии на двух временных промежутках практически не меняются, то можно заключить, что построенная модель для анализа и прогнозирования ИПЦ является устойчивой к изменениям входных данных. Значения критериев качества моделей (1) и (2) приведены в таблице 2.

**Модель анализа и прогнозирования**

**ИЦППП.** Используя тест Йохансена, на данных с I квартала 1996 г. по I квартал 2007 г. было получено коинтеграционное соотношение:

$$\ln ppi_t^b = 0,385 \ln gasp_t + 0,444 \ln nw_t + 0,542 \ln EU_t + 0,028 \ln oilp_t + 6,925.$$

(0,0000) (0,0000) (0,0000) (0,0020)

Данное соотношение позволяет интерпретировать долгосрочную связь между переменными следующим образом:

- девальвация номинального обменного курса белорусского рубля по отношению к доллару США на 1% вызовет рост ИЦППП на 0,542%;
- рост номинальной средней заработной платы одного работника на 1% приведет к росту ИЦППП на 0,444%;
- повышение цен на природный газ (сырую нефть) на 1% приведет к росту ИЦППП на 0,385% (0,028%).

Полученное коинтеграционное соотношение позволяет построить модель коррекции ошибок для анализа и прогнозирования ИЦППП:

(на данных с I квартала 1996 г. по I квартал 2007 г.)

$$\Delta \ln ppi_t^b = -0,235[\ln ppi_{t-1}^b - 0,385 \ln gasp_{t-1} - 0,444 \ln nw_{t-1} - 0,542 \ln EU_{t-1} - 0,028 \ln oilp_{t-1} - 6,925] + 0,801 \Delta \ln ppi_{t-1}^b + 0,610 \Delta \ln nw_{t-1} + 0,077 \ln pint_t + 0,325 D(1998,3)_t;$$

(0,0000) (0,0000) (0,0000) (0,0020) (0,0001) (0,0004) (0,0080) (0,0005)

(3)

(на данных с I квартала 1996 г. по IV квартал 2005 г.)

$$\Delta \ln ppi_t^b = -0,392[\ln ppi_{t-1}^b - 0,324 \ln gasp_{t-1} - (0,0000) - 0,493 \ln nw_{t-1} - 0,485 \ln EU_{t-1} - 0,461 \ln oilp_{t-1} - 6,619] + (0,0002) (0,0012) (0,0020) + 0,806 \Delta \ln ppi_{t-1}^b + 0,612 \Delta \ln nw_{t-1} + 0,079 \ln pint_t + (0,0023) (0,0005) (0,0080) + 0,395 D(1998,3)_t . (4) (0,0001)$$

Помимо долгосрочной связи, с помощью моделей (3) и (4) можно проследить и краткосрочную зависимость ИЦППП от независимых переменных. Существенное влияние на ИЦППП в краткосрочном периоде оказывает номинальная средняя заработная плата одного работника. Так, например, для модели (3) ее рост на 1% через квартал приведет к возрастанию ИЦППП на 0,61%. Также значимо влияние на ИЦППП энергоёмкости ВВП (ее увеличение на 1% приводит к росту ИЦППП на 0,08%).

Значения критериев качества моделей (3) и (4) приведены в таблице 2. Поскольку коэффициенты в моделях, оцененных на двух временных промежутках, ведут себя стабильно, то построенная модель является устойчивой к изменениям входных данных.

**Модель рублевой денежной массы (M2).** Так как В.р. для рублевой денежной массы (M2), реального ВВП, ИЦППП и номинальной ставки рефинансирования Национального банка являются нестационарными, то, применив подход Йохансена, получим модель коррекции ошибок для анализа и прогнозирования рублевой денежной массы (M2) в Республике Беларусь: (на данных с I квартала 1996 г. по I квартал 2007 г.)

$$\Delta \ln m2_t = -0,152[\ln m2_{t-1} - 2,073 \ln gdp_{t-1} - (0,0000) - 0,857 \ln ppi_{t-1}^b + 0,309 \ln nr_{t-1} + 9,982] + (0,0001) (0,0000) + 0,174 \ln ppi_{t-1}^b + 0,29 + 0,225 \ln gdp_{t-1} + (0,0000) (0,0000) + DS(1996,2006,4) ; (5) (0,0000)$$

(на данных с I квартала 1996 г. по IV квартал 2005 г.)

$$\Delta \ln m2_t = -0,155[\ln m2_{t-1} - 2,152 \ln gdp_{t-1} - (0,0000) - 0,923 \ln ppi_{t-1}^b + 0,405 \ln nr_{t-1} + 8,745] + (0,0001) (0,0000) + 0,141 \ln ppi_{t-1}^b + 0,36 + 0,213 \ln gdp_{t-1} + (0,0000) (0,0000) + DS(1996,2006,4) , (6) (0,0000)$$

где  $DS(1996,2006,4)$  — фиктивная переменная для сезонности (ее математическое описание см. в [7]).

Полученное коинтеграционное соотношение в модели (5) объясняет рублевую денежную массу в долгосрочном периоде. Наибольшее влияние на нее оказывает реальный ВВП (увеличение ВВП на 1% приводит

к росту M2 на 2,073%). К увеличению спроса на деньги также приводит рост ИЦППП (его изменение на 1% вызовет рост M2 на 0,857%). К уменьшению рублевой денежной массы (M2) приводит увеличение номинальной ставки рефинансирования Национального банка (ее увеличение на 1% приводит к уменьшению M2 на 0,309%). В краткосрочном периоде значимо влияние ИЦППП с лагами I и II кварталов. Влияние независимых переменных обосновано с точки зрения экономической теории и эконометрики.

Значения критериев качества моделей (5) и (6) приведены в таблице 2. Исходя из параметров моделей (5) и (6), оцененных на двух временных интервалах, можно говорить об устойчивости построенной модели к изменениям входных данных в анализируемом периоде.

**Модель анализа и прогнозирования дефлятора ВВП.** Регрессионная модель для дефлятора ВВП Республики Беларусь имеет вид: (на данных с I квартала 1996 г. по I квартал 2007 г.)

$$\ln gri_t^b = 0,664 \ln cri_t^b + 0,329 \ln ppi_t^b - 0,161 + (0,0001) (0,0002) (0,0000) + DS(1996,2006,3) + 0,002t , (7) (0,0040) (0,0000)$$

(на данных с I квартала 1996 г. по IV квартал 2005 г.)

$$\ln gri_t^b = 0,658 \ln cri_t^b + 0,329 \ln ppi_t^b - 0,159 + (0,0000) (0,0000) (0,0000) + DS(1996,2006,3) + 0,002t . (8) (0,0000) (0,0000)$$

где  $DS(1996,2006,3)$  и  $t$  — фиктивные переменные сезонности и тренда соответственно.

Значения критериев качества моделей (7) и (8) представлены в таблице 2.

Из модели (7) вытекает, что доли вклада ИПЦ и ИЦППП в дефлятор ВВП составляют 66,4 и 32,9% соответственно. ИПЦ, как и предполагалось, занимает большую долю, чем ИЦППП, поскольку при расчете ВВП методом конечного использования большую долю (около 70%) занимает конечное потребление, которое при переводе в сопоставимые цены дефлируется на ИПЦ.

**Система эконометрических моделей для анализа и прогнозирования ИПЦ, ИЦППП, рублевой денежной массы (M2) и дефлятора ВВП.** Построенные автономные модели ИПЦ, ИЦППП, рублевой денежной массы и дефлятора ВВП были собраны в систему одновременных уравнений. Система, переоцененная на данных с I квартала 1996 г. по I квартал 2007 г., имеет вид: ИПЦ —

$$\Delta \ln cri_t^b = -0,119[\ln cri_{t-1}^b - 0,668 \ln EU_{t-1} - 0,234 \ln m2_{t-1} + (0,0000) (0,0000) + 5,828] + 0,658 \Delta \ln cri_{t-1}^b + 0,185 \Delta \ln m2_{t-1} + (0,0000) (0,0070) + 0,082 \ln pint_t + 0,377 D(1998,3) ; (9) (0,0020) (0,0000)$$

ИЦППП —

$$\begin{aligned} \Delta \ln ppi_t^b = & -0,163[\ln ppi_{t-1}^b - 0,385 \ln gasp_{t-1} - \\ & (0,0000) \\ & - 0,444 \ln nw_{t-1} - 0,542 \ln EU_{t-1} - 0,028 \ln oilp_{t-1} - 6,925] + \\ & (0,0000) \quad (0,0000) \quad (0,0020) \\ & + 0,758 \Delta \ln ppi_{t-1}^b + 0,626 \Delta \ln nw_{t-1} + 0,080 \ln pint_t + \\ & (0,0000) \quad (0,0000) \quad (0,0020) \\ & + 0,331 D(1998,3) ; \end{aligned} \quad (10)$$

рублевая денежная масса (M2) —

$$\begin{aligned} \Delta \ln m2_t = & -0,178[\ln m2_{t-1} - 2,075 \ln gdp_{t-1} - \\ & (0,0000) \\ & - 0,865 \ln ppi_{t-1}^b + 0,326 \ln nr_{t-1} + 8,784] + \\ & (0,0001) \quad (0,0000) \\ & + 0,178 \ln ppi_{t-1}^b + 0,32 + 0,237 \ln gdp_{t-1} + \\ & (0,0000) \quad (0,0000) \\ & + DS(1996,2006,4) ; \end{aligned} \quad (11)$$

дефлятор ВВП —

$$\begin{aligned} \ln gpi_t^b = & 0,646 \ln cpi_t^b + 0,340 \ln ppi_t^b - 0,158 + \\ & (0,0000) \quad (0,0000) \quad (0,0000) \\ & + DS(1996,2006,3) + 0,002t . \end{aligned} \quad (12)$$

Система моделей (9)—(12), переоцененная на данных с I квартала 1996 г. по IV квартал 2005 г., принимает вид:  
ИПЦ —

$$\begin{aligned} \Delta \ln cpi_t^b = & -0,117[\ln cpi_{t-1}^b - 0,658 \ln EU_{t-1} - 0,234 \ln m2_{t-1} + \\ & (0,0001) \quad (0,0002) \\ & + 5,827] + 0,647 \Delta \ln cpi_{t-1}^b + 0,187 \Delta \ln m2_{t-1} + \\ & (0,0000) \quad (0,0070) \\ & + 0,086 \ln pint_t + 0,375 D(1998,3) ; \end{aligned} \quad (13)$$

ИЦППП —

$$\begin{aligned} \Delta \ln ppi_t^b = & -0,175[\ln ppi_{t-1}^b - 0,324 \ln gasp_{t-1} - \\ & (0,0020) \\ & - 0,493 \ln nw_{t-1} - 0,485 \ln EU_{t-1} - 0,046 \ln oilp_{t-1} - 6,619] + \\ & (0,0000) \quad (0,0005) \quad (0,0020) \\ & + 0,756 \Delta \ln ppi_{t-1}^b + 0,631 \Delta \ln nw_{t-1} + 0,086 \ln pint_t + \\ & (0,0000) \quad (0,0000) \quad (0,0020) \\ & + 0,331 D(1998,3) ; \end{aligned} \quad (14)$$

рублевая денежная масса (M2) —

$$\begin{aligned} \Delta \ln m2_t = & -0,172[\ln m2_{t-1} - 2,156 \ln gdp_{t-1} - \\ & (0,0000) \\ & - 0,913 \ln ppi_{t-1}^b + 0,421 \ln nr_{t-1} + 8,652] + \\ & (0,0001) \quad (0,0000) \\ & + 0,137 \ln ppi_{t-1}^b + 0,34 + 0,217 \ln gdp_{t-1} + \\ & (0,0000) \quad (0,0000) \\ & + DS(1996,2006,4) ; \end{aligned} \quad (15)$$

дефлятор ВВП —

$$\begin{aligned} \ln gpi_t^b = & 0,641 \ln cpi_t^b + 0,345 \ln ppi_t^b - 0,156 + \\ & (0,0000) \quad (0,0000) \quad (0,0000) \\ & + DS(1996,2006,3) + 0,002t . \end{aligned} \quad (16)$$

Необходимо отметить, что оценка системы моделей на указанных временных промежутках не изменила состава объясняющих переменных. При этом влияние независимых переменных осталось тем же, то есть знаки коэффициентов в уравнениях сохранились, несколько изменились лишь их значения. Проведенный анализ позволяет сделать вывод об устойчивости построенной системы моделей к изменениям входных данных.

Значения критериев оценки качества уравнений (1)—(16) представлены в *таблице 2*.

Исходя из статистических характеристик, все модели, как автономные, так и в рамках системы, можно признать удовлетворительными. По системе моделей (13)—(16) был построен ретроспективный прогноз на 2006 г. В *таблице 3* приведены средние абсолютные процентные ошибки (МАРЕ) ретроспективных прогнозов ИПЦ, ИЦППП, рублевой денежной массы (M2) и дефлятора ВВП, разработанных как по автономным моделям, так и по системе моделей.

Исходя из процентной ошибки МАРЕ, приведенной в *таблице 3*, можно говорить о неплохих прогнозах возможностях как автономных, так и системы моделей.

**Имитационные эксперименты с системой моделей на информации 2006 г.** На информации 2006 г. исследовано влияние повышения цен импорта природного газа и сырой нефти на эндогенные показатели предложенной системы моделей. Все прогнозы, построенные с использованием системы моделей (13)—(16), имеют сценарный характер.

В *первом сценарии* (базовый вариант) в качестве экзогенных переменных были взяты их квартальные фактические значения за 2006 г.

*Второй сценарий* разработан исходя из основных предпосылок и условий базового варианта, но с более высокими ценами на природный газ (75 долл. США /1000 м<sup>3</sup>).

В *третьем сценарии* рассматривается повышение цен как на природный газ (75 долл. США /1000 м<sup>3</sup>), так и на сырую нефть (290 долл. США/т). Для второго и третьего сценариев дополнительно сформированы сценарии 2а, 2б, 3а и 3б соответственно, учитывающие повышение номинальной ставки рефинансирования Национального банка на 1%, а также девальвация белорусского рубля относительно доллара США на 8,4%. Результаты прогнозных расчетов, проведенных на основе системы моделей (13)—(16), представлены в *таблице 4*.

В случае роста цены импорта природного газа в 2006 г. до 75 долл. США /1000 м<sup>3</sup> (сценарий 2) ИПЦ возрастет до 108,75%, ИЦППП — до 111,2%, дефлятор ВВП — до 111,43%. Снижение влияния повышения цен на газ возможно за счет повышения ставки рефинансирования Национального банка. Так, увеличение ставки на 1% ежеквартально (сценарии 2а и 3а)

Таблица 2

## Значения критериев оценки качества уравнений (1)–(16)

Уравнение	R <sup>2</sup>	R <sub>a</sub> <sup>2</sup>	BG	SER	DW	AIK	SIK	F–статистика
(1)	0,86	0,83	0,59	0,051	2,05	-2,96	-2,67	30,25
(2)	0,84	0,80	0,58	0,062	2,15	-2,53	-2,19	18,75
(3)	0,73	0,70	0,82	0,078	1,91	-3,21	-3,02	15,32
(4)	0,99	0,99	0,51	0,031	1,76	-3,56	-3,21	18 458
(5)	0,78	0,76	0,56	0,031	1,98	-2,93	-2,45	30,58
(6)	0,77	0,75	0,52	0,036	1,97	-2,81	-2,08	24,51
(7)	0,66	0,62	0,82	0,051	1,90	-2,96	-2,75	12,27
(8)	0,99	0,99	0,41	0,034	1,75	-3,27	-3,03	17 194
(9)	0,87	0,85	0,87	0,056	2,02	-3,04	-2,74	45,35
(10)	0,85	0,82	0,78	0,051	2,12	-2,75	-2,59	38,25
(11)	0,74	0,71	0,62	0,045	2,02	-3,53	-3,18	29,91
(12)	0,99	0,99	0,38	0,042	1,76	-3,56	-3,27	18 156
(13)	0,84	0,81	0,86	0,054	2,03	-2,83	-2,59	36,31
(14)	0,83	0,80	0,72	0,062	2,14	-2,52	-2,26	35,85
(15)	0,73	0,71	0,61	0,051	1,98	-3,45	-3,25	27,56
(16)	0,99	0,99	0,32	0,057	1,78	-2,77	-2,61	15 769

Таблица 3

## Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) прогнозов ИПЦ, ИЦППП, рублевой денежной массы (M2) и дефлятора ВВП, построенных на 2006 г.

Показатель	MAPE (%)	
	Автономные модели	Система эконометрических моделей
ИПЦ	0,71	0,69
ИЦППП	2,02	2,32
M2	1,45	1,34
Дефлятор ВВП	1,91	1,37

приводит к сокращению рублевой денежной массы (M2) на 0,6 процентного пункта, что, в свою очередь, снизит ИПЦ и дефлятор ВВП на 0,013 и 0,011 процентного пункта соответственно. Девальвация национальной валюты относительно доллара США (сценарии 2b и 3b) провоцирует рост ИПЦ — до 110,5%, ИЦППП — до 111,8% и дефлятора ВВП — до 112,3%. Одновременное повышение цен на природный газ и сырую нефть (сценарий 3) приведет к росту ИЦППП на 2,9%, ИПЦ — на 1,68% и дефлятора ВВП — на 1,38% по сравнению с фактом.

Проведенные сценарные прогнозы позволяют сделать вывод о том, что повышение цен на природный газ (до 75 долл. США /1000м<sup>3</sup>) и сырую нефть (до 290 долл. США/т) в 2006 г. спровоцировало бы рост основных показателей инфляции.

**Сценарные прогнозы ИПЦ, ИЦППП и дефлятора ВВП на 2008 г.** Разработка сценарных прогнозов ИПЦ, ИЦППП, дефлятора ВВП и рублевой денежной массы (M2) на 2008 г. на основе предложенной системы эконометрических моделей предполагает следующее. Во-первых, необходимо сформулировать базовый и альтернативные сценарии, во-вторых, для каждого сценария определить значения экзогенных показателей на 2008 г.

Базовый сценарий ориентирован на наиболее реалистичный вариант развития белорусской экономики. Он соответствует Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006—2010 годы [9]. В этом случае экзогенные переменные, отражающие параметры экономической политики государства, формируются на основании официальных программных документов [9—11]. Номинальная средняя заработная плата одного работника была спрогнозирована с помощью программного модуля X12-ARIMA [12].

Параметры базового сценария по экзогенным переменным на 2007—2008 гг. приведены в *таблице 5*.

Оценка влияния повышения цен на импортируемые газ и нефть на ИПЦ, ИЦППП, дефлятор ВВП и рублевую денежную массу (M2) будет проводиться в рамках следующих сценариев. Так как интервальные

Таблица 4

**Сценарные прогнозы ИПЦ, ИЦППП, рублевой денежной массы (М2) и дефлятора ВВП Республики Беларусь на 2006 г., разработанные на основе системы моделей (13)–(16)**

Показатель	Сценарные прогнозы	Период		2006 г. к 2005 г., в %
		2006	2005	
ИПЦ, 2000 г. = 1	Факт	4,137	3,864	<b>107,065</b>
	Сценарий 1	4,1410		<b>107,168</b>
	Сценарий 2	4,2020		<b>108,747</b>
	Сценарий 2а	4,2015		<b>108,734</b>
	Сценарий 2б	4,271		<b>110,533</b>
	Сценарий 3	4,2021		<b>108,750</b>
	Сценарий 3а	4,2016		<b>108,737</b>
	Сценарий 3б	4,2710		<b>110,533</b>
ИЦППП, 2000 г. = 1	Факт	4,999	4,614	<b>108,3</b>
	Сценарий 1	4,965		<b>107,6</b>
	Сценарий 2	5,1297		<b>111,2</b>
	Сценарий 2а	5,1297		<b>111,2</b>
	Сценарий 2б	5,1576		<b>111,8</b>
	Сценарий 3	5,1309		<b>111,2</b>
	Сценарий 3а	5,1309		<b>111,2</b>
	Сценарий 3б	5,1587		<b>111,8</b>
Дефлятор ВВП, 2000 г. = 1	Факт	5,614	5,068	<b>110,73</b>
	Сценарий 1	5,579		<b>110,082</b>
	Сценарий 2	5,6473		<b>111,431</b>
	Сценарий 2а	5,6469		<b>111,420</b>
	Сценарий 2б	5,6916		<b>112,305</b>
	Сценарий 3	5,6819		<b>112,113</b>
	Сценарий 3а	5,6816		<b>112,107</b>
	Сценарий 3б	5,7329		<b>112,305</b>
Рублевая денежная масса (М2), млрд. руб.	Факт	9 756,83	6 249,58	<b>156,1</b>
	Сценарий 1	9 716,99		<b>155,5</b>
	Сценарий 2	9 723,58		<b>155,6</b>
	Сценарий 2а	9 684,40		<b>155,0</b>
	Сценарий 2б	9 822,93		<b>157,2</b>
	Сценарий 3	9 726,90		<b>155,6</b>
	Сценарий 3а	9 685,15		<b>155,0</b>
	Сценарий 3б	9 868,08		<b>157,9</b>

значения экзогенных переменных трудно учесть при оценке влияния этих цен, то исходя из базового сценария, сформирован сценарий 1, экзогенные показатели для которого определяются как средние значения нижней и верхней границы соответствующего интервала (таблица 6).

Второй сценарий разработан исходя из основных предпосылок и условий базового варианта (сценарий 1), но с более высокими ценами на природный газ (150 долл. США/1000 м<sup>3</sup>). Третий сценарий разработан исходя из основных предпосылок и условий базового сценария, но с более высокими ценами как на природный газ (150 долл. США/1000 м<sup>3</sup>), так и на сырую нефть (321 долл. США/т).

Для второго и третьего сценариев дополнительно сформированы следующие варианты:

- сценарии 2а и 3а, учитывающие повышение номинальной ставки рефинансирования Национального банка на 1%,
- сценарии 2б и 3б, отражающие девальвацию национальной валюты относительно доллара США на 8,4%.

Значения изменяемых по сравнению со сценарием 1 экзогенных переменных в сценариях 2, 2а, 2б, 3, 3а и 3б на 2008 г. приведены в таблице 7.

Сценарий 1 используется в качестве базы для сравнения. Сценарные прогнозы, построенные с помощью системы эконометрических моделей (9)–(12), представлены в таблице 8.

При цене импорта природного газа 128 долл. США/1000 м<sup>3</sup> (сценарий 1) в 2008 г. ИПЦ составит 109,9%, ИЦППП — 110,1, дефлятор ВВП — 110,4 и рублевая денежная масса (М2) — 129,3%. При повышении ставки рефинансирования Национального банка на 1% происходит незначительное снижение ИПЦ и дефлятора ВВП на 0,055% (сценарий 2а) и на 0,033% (сценарий 3а). По сценариям 2б и 3б ИПЦ, ИЦППП и дефлятор ВВП увеличиваются в среднем на 3,4; 5,1 и 4,4% соответственно.

Кроме вышеописанных сценариев, к базовому был разработан дополнительный сценарий для условий более жесткой денежно-кредитной политики. В частности, предполагалось укрепление номинального курса белорусского рубля по отношению к доллару США до значений 2050—2100 руб. за доллар. В результате расчетов ИПЦ в 2008 г. составит 7,6—8,7%, ИЦППП 8,5—9,3%, дефлятор ВВП 8,6—9,5%.

Следует отметить, что система эконометрических моделей (9)–(12) вместе с предложенной в [2] системой моделей анализа и прогнозирования совокупного спроса в Республике Беларусь была использована в НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь и с их помощью разработаны сценарные прогнозы важнейших показателей белорусской экономики на 2008 г. По результатам проведенного исследования можно сделать следующий вывод: предложенная сис-

Таблица 5

### Параметры базового сценария по экзогенным переменным на 2007 и 2008 гг.

Показатель	Период		Источник информации
	2007 г.	2008 г.	
Цена импорта сырой нефти, долл. США/т	265–270	291,5–297	Экспертная оценка
Цена импорта природного газа, долл. США/1000м <sup>3</sup>	100	128	Экспертная оценка
Номинальная ставка рефинансирования Национального банка, % годовых	10	10	Экспертная оценка
ВВП, в сопоставимых ценах 2000 г., % к предыдущему периоду	108,2	109	[11]
Номинальная средняя заработная плата 1 работника, тыс. руб.	698,4	817,7	X12-ARIMA [12]
Номинальный курс белорусского рубля по отношению к доллару США, % к предыдущему периоду	97,5–102,5	97,5–102,5	2008 – [11]
Энергоемкость ВВП, тут / руб.	Снижение на 6–7% по сравнению с предыдущим годом	Снижение на 6–7% по сравнению с предыдущим годом	[9]

Таблица 6

### Значения экзогенных переменных для сценария 1 на 2007 и 2008 гг.

Показатель	Период	
	2007 г.	2008 г.
Цена импорта сырой нефти, долл. США/т	267,5	294,3
Цена импорта природного газа, долл. США/1000м <sup>3</sup>	100	128
Номинальная ставка рефинансирования Национального банка, % годовых	10	10
Номинальная средняя заработная плата 1 работника, тыс. руб.	698,4	817,7
Номинальный курс белорусского рубля по отношению к доллару США, % к предыдущему периоду	100	97,5–102,5
Энергоемкость ВВП, тут / руб.	Снижение на 6–7% по сравнению с предыдущим годом	Снижение на 6–7% по сравнению с предыдущим годом

тема эконометрических моделей для анализа и прогнозирования ИПЦ, ИЦППП, рублевой денежной массы (M2) и дефлятора ВВП обоснована с позиции экономической теории и эконометрики, дает приемлемые результаты и может быть использована в качестве

одного из инструментов в системе прогнозирования основных показателей инфляции, которая учитывает многообразие факторов и взаимосвязей экономических процессов.



Таблица 7

**Значения изменяемых  
экзогенных переменных в сценариях  
2, 2а, 2б, 3, 3а и 3б на 2008 г.**

Сценарий	Изменяемые экзогенные переменные	2008 г.
Сценарий 2	Цена импорта природного газа, дом. США / 1000м <sup>3</sup>	150
Сценарий 2а	Цена импорта природного газа, дом. США / 1000м <sup>3</sup>	150
	Номинальная ставка рефинансирования Национального банка, % годовых	11
Сценарий 2б	Цена импорта природного газа, дом. США / 1000м <sup>3</sup>	150
	Номинальный курс белорусского рубля по отношению к доллару США, руб./дом.	2330
Сценарий 3	Цена импорта природного газа, дом. США / 1000м <sup>3</sup>	150
	Цена импорта сырой нефти, дом.США / т	321
Сценарий 3а	Цена импорта природного газа, дом. США / 1000м <sup>3</sup>	150
	Цена импорта сырой нефти, дом.США / т	321
	Номинальная ставка рефинансирования Национального банка, % годовых	11
Сценарий 3б	Цена импорта природного газа, дом. США / 1000м <sup>3</sup>	150
	Цена импорта сырой нефти, дом.США / т	321
	Номинальный курс белорусского рубля по отношению к доллару США, руб./дом.	2330

Таблица 8

**Сценарные прогнозы ИПЦ, ИЦППП,  
дефлятора ВВП и рублевой денежной  
массы (М2) Республики Беларусь на 2008 г.**

Показатель	Сценарные прогнозы	2008 г. к 2007 г. в %
ИПЦ	Сценарий 1	109,9
	Сценарий 2	110,7
	Сценарий 2а	110,645
	Сценарий 2б	113,3
	Сценарий 3	110,6
	Сценарий 3а	109,93
ИЦППП	Сценарий 3б	113,3
	Сценарий 1	110,1
	Сценарий 2	113,1
	Сценарий 2а	113,1
	Сценарий 2б	115,2
	Сценарий 3	113,1
Дефлятор ВВП	Сценарий 3а	113,1
	Сценарий 3б	115,2
	Сценарий 1	110,4
	Сценарий 2	113,7
	Сценарий 2а	113,67
	Сценарий 2б	114,8
Рублевая денежная масса (М2)	Сценарий 3	113,7
	Сценарий 3а	113,67
	Сценарий 3б	115,6
	Сценарий 1	129,3
	Сценарий 2	134,7
	Сценарий 2а	133,7
	Сценарий 2б	137,6
	Сценарий 3	134,8
	Сценарий 3а	133,8
	Сценарий 3б	138,6

**Источники:**

1. Малюгин В.И., Пранович М.В., Мурин Д.Л., Калечиц Д.Л. Система эконометрических моделей для анализа, прогнозирования и оценки вариантов денежно-кредитной политики. Исследования банка № 2. Национальный банк Республики Беларусь, 2005. — 41с.
2. Кравцов М.К., Пашкевич А.В., Бурдыко Н.М., Гаспадарец О.И. Система эконометрических моделей для анализа и краткосрочного прогнозирования основных макроэкономических показателей Республики Беларусь // Экономика и управление. 2007. № 3. — С. 69—80.
3. Карпун А.М., Хацкевич Г.А. Эконометрическое моделирование уровня инфляции в экономике Республики Беларусь. Сб. науч. тр.: Теоретичні та прикладні питання економіки. Киев: ИПЦ "Київський університет". 2007. Вып. 12. С. 76—87.
4. Бюллетень банковской статистики. Национальный банк Республики Беларусь, Мн.: 2007.
5. Ericsson N.R. Empirical modeling of money demand, empirical economics, 23, 1998. — P. 295—315.
6. Экономика-математический энциклопедический словарь. М.: Большая Российская энциклопедия. 2003. — 687с.
7. Maddala G.S., Kim I.-M. Unit roots, cointegration, and structural change. Cambridge. 1998. — 505 p.
8. Кравцов М.К., Пашкевич А.В., Бурдыко Н.М. Эконометрический анализ временных рядов основных макроэкономических показателей // Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование. 2005. № 3. — С. 3—22.
9. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006—2010 годы. Мн.: Беларусь, 2006. — 176 с.
10. Основные направления денежно-кредитной политики Республики Беларусь на 2007 год (Указ Президента Республики Беларусь от 30.11.2006 № 703).
11. Программа развития банковского сектора экономики Республики Беларусь на 2006—2010 годы. Мн.: Национальный банк Республики Беларусь, 2006. (Указ Президента Республики Беларусь от 15 января 2007 г. № 27 "Об утверждении Программы развития банковского сектора экономики Республики Беларусь на 2006—2010 годы").
12. X-12-ARIMA Reference Manual. U.S. Census Bureau, Washington, D.C. 2002. 197 p.