

УДК 330.36.01'012

Б.М. Мухамедиев\*, Т.И. Какижанова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы  
\*e-mail: bmukhamediyev@mail.ru

### **Моделирование влияния нефтяных доходов на динамику основных макроэкономических показателей Казахстана**

В данной статье представлена модель динамического стохастического общего равновесия для экономики Казахстана. Оценены ее параметры. В модель включен сектор производства нефти, который играет важную роль в экономике, обеспечивает значительную долю доходов в государственный бюджет страны. Проведен анализ функций откликов макроэкономических показателей на внутренние и внешние шоки для экономики Казахстана. Внутренние шоки – это шок производительности в секторе конечных товаров, шок производительности в нефтяном секторе, шок предпочтений труда, шок денежно-кредитной политики, а внешними являются шок цены на нефть, шок спроса на нефть за рубежом и шок производства за рубежом. Учет откликов показателей на шоки позволит прогнозировать последствия принимаемых решений в экономике, а также внешних воздействий на экономику.

**Ключевые слова:** экономика, моделирование, общее равновесие, динамическая модель, стохастическая модель, монетарная политика, новая кейнсианская модель.

Б.М. Мухамедиев, Т.И. Какижанова

### **Қазақстанның негізгі макроэкономикалық көрсеткіштерінің динамикасына мұнайдан түскен табыстардың әсерін модельдеу**

Бұл мақалада Қазақстан экономикасы үшін динамикалық стохастикалық жалпы тепе-теңдік моделі ұсынылған. Оның параметрлері бағаланған. Модельге экономикада маңызды орын алатын, елдің мемлекеттік бюджет табысының елеулі үлесін қамтамасыз ететін мұнай өндірісінің секторы қамтылған. Макроэкономикалық көрсеткіштердің ішкі және сыртқы шоктарға жауап функцияларына талдау жүргізілген. Ішкішоктар – соңғы тауарлар саласындағы өнімділік шоғы, мұнай саласындағы өнімділік шоғы, еңбек талғамының шоғы, ақшанесие саясатының шоғы болса, ал мұнай бағасының шоғы, шетелдегі мұнайға сұраныс шоғы және шетелдегі өндіріс шоғы сыртқы болып табылады. Көрсеткіштердің шоктарға жауабын ескеру экономикадағы қабылданған шешім, сонымен қатар экономикаға сыртқы әсерлердің салдарларын болжауға мүмкіндік береді. **Түйін сөздер:** экономика, модельдеу, жалпы тепе-теңдік, динамикалық модель, стохастикалық модель, монетарлық саясат, жаңа кейнсиандық модель.

B.M. Mukhamediev, T.I. Kakizhanova

### **Modeling of oil revenues impact to the dynamics of main macroeconomic indicators of Kazakhstan**

This paper presents a model of the dynamic stochastic general equilibrium for the economy of Kazakhstan. Parameters of the model were evaluated. The model includes oil production sector, which plays an important role in the economy, and provides a significant share of revenues to the state budget. Response functions of macroeconomic

indicators to internal and external shocks to the economy of Kazakhstan were analyzed. Internal shocks are a shock of performance in the final goods sector, a productivity shock in the oil sector, a labor preference shock, a shock of monetary policy, external shocks are an oil price shock, an oil demand abroad shock and a shock of a production abroad. Accounting of indicators responses to shocks will allow to predict the consequences of decisions in the economy, as well as external influences to the economy.

**Key words:** economics, modeling, general equilibrium, model of dynamic, stochastic model, monetary policy, the new Keynesian model.

Динамика цен на нефть оказывает существенное влияние на экономическое развитие как нефть импортирующих, так и нефть экспортирующих стран. Увеличение цены на нефть в развитой экономике создает давление на внутренние цены в связи с ростом издержек производства и снижением производительности труда. А для страны, производящей нефть, сокращение деловой активности в странах-партнерах ведет к сокращению спроса на углеводородное сырье и уменьшает ее доходы. Экономике развивающихся стран подвержены воздействию различных внешних и внутренних шоков. Это могут быть технологические шоки, шоки мировых цен на ресурсы и спроса на них, шоки деловой активности за рубежом и другие. Они могут существенно повлиять на макроэкономические показатели как стран-импортеров углеводородного сырья, так и стран-экспортеров.

В последние десятилетия получили значительное развитие модели динамического стохастического общего равновесия (DSGE). Впервые такая модель для реальных бизнес-циклов была рассмотрена в статье Kydland F.E., Prescott E.C. [1]. Она основана на микроэкономическом анализе агентов, оптимизирующих свое поведение в условиях гибких цен. Гибкость цен оставляет возможность только для реальных величин вызывать колебания в экономике. Это могут быть технологические шоки или резкие изменения государственных расходов.

Затем возникла новая парадигма в моделировании динамического стохастического общего равновесия. В модели стали включать элементы номинальной жесткости цен и заработной платы. Calvo G. предложил механизм формирования цен фирмами как некоторый стохастический процесс принятия решений о сохранении цены на прежнем уровне или ее изменении [2]. Эти модели стали называть новыми кейнсианскими DSGE моделями. Они основаны на микроэкономическом анализе принятия решений домохозяйствами, оптимиза-

ционного поведения монополистически конкурентных фирм и регулирующих функций государства. Номинальная жесткость цен и заработной платы обеспечивают большее соответствие результатов расчетов по модели с реальными данными краткосрочных макроэкономических колебаний в экономике, как отмечено, например, в работе Smets F., Wouters R.X. [3].

В отличие от эконометрических моделей, модели динамического стохастического общего равновесия не подвержены критике Лукаса [4]. Так, например, часто применяемые метод векторной авторегрессии и модель коррекции ошибок, хотя иногда оказываются полезными, имеют существенные недостатки. Для оценки таких моделей требуются достаточно длинные временные ряды при неизменной денежно-кредитной политике, что не всегда возможно, особенно, для развивающихся экономик. Вряд ли возможно построить надежное уравнение инфляции, котором присутствуют текущие значения переменных и их лаги, но не учитываются инфляционные ожидания агентов.

В данной статье представлена модель динамического стохастического общего равновесия для экономики Казахстана, взаимосвязанной с остальным миром. Выполнено микроэкономическое обоснование модели DSGE, оценены параметры модели, проведены расчеты по модели для анализа последствий различных шоков на основные макроэкономические показатели страны. Путем расчетов по модели можно выявить, как увеличение доли нефтяных доходов, направляемых на текущее потребление, может оказывать усиливающее или ослабляющее воздействие на последствия шоков для экономических показателей страны.

### 1. Модель

Экономика страны состоит из репрезентативного домохозяйства, фирм, производящих конечные товары, фирмы, производящей нефть, и органа, определяющего денежно-кредитную политику в стране. Домохозяйство потребляет

разнообразные конечные товары, предлагает свой труд на рынок. Трудовые ресурсы полностью мобильны между сектором производства конечных товаров и нефтяным сектором. Фирмы производят диверсифицированные товары в условиях монополистической конкуренции и номинальной жесткости цен. Репрезентативное домашнее хозяйство владеет фирмами и получает от них прибыль. Все фирмы используют в производстве нефть и приобретают ее по цене, складывающейся на мировом рынке.

Нефтяной сектор определяет объем производства нефти так, чтобы максимизировать свою прибыль. Часть произведенного объема нефти направляется на удовлетворение внутреннего спроса фирм, производящих конечные товары, а остальная часть идет на экспорт.

*Домашние хозяйства.* Представительное домашнее хозяйство стремится максимизировать дисконтированную полезность, получаемую от потребления и необходимых для этого затрат труда:

$$\max \mathbb{E}_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{C_t - \gamma C_{t-1}^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - \vartheta_t \frac{l_t^{1+\varphi}}{1+\varphi} \quad (1)$$

при ограничениях

$$P_t C_t + \mathbb{E}_t Q_{t,t+1} D_{t+1} \leq D_t + W_t L_t + \Pi_t + \Pi_{ot}, \quad t = 0, 1, \dots \quad (2)$$

Здесь  $C_t$  – потребление,  $L_t$  – предложение труда,  $\beta$  – межвременной дисконтный фактор,  $\sigma$  – обратное эластичности межвременного замещения потребления,  $\varphi$  – обратное эластичности предложения труда по заработной плате,  $\gamma C_{t-1}$  – величина, отражающая формирование привычек в потреблении, habitformation,  $\gamma$  – неотрицательный коэффициент,  $\vartheta_t$  – переменная шока предпочтений, которая влияет на предложения труда,  $P_t$  – индекс потребительских цен (CPI),  $Q_{t,t+1} D_{t+1}$  – дисконтированная величина дивидендов  $D_{t+1}$  по ценным бумагам в конце периода  $t$ ,  $W_t$  – ставка номинальной заработной платы,  $\Pi_t, \Pi_{ot}$  – прибыли, получаемые от производства конечных товаров и нефти,  $\mathbb{E}_t$  – оператор рациональных ожиданий по доступной в периоде  $t$  информации.

Предполагается, что поведение переменной шока предложения труда описывается авторегрессионным процессом первого порядка:  $\ln \vartheta_t = \rho \ln \vartheta_{t-1} + \varepsilon_{\vartheta t}$ , а случайная величина  $\varepsilon_{\vartheta t}$  представляет собой белый шум. Здесь и далее  $\mathbb{E}_t$  означает оператор рациональных ожиданий по всей доступной информации к

моменту времени  $t$ . Так как экономика открытая, то население может потреблять как отечественные, так и импортные товары. Следуя Galí J. и Monacelli T. [8], определим композитный индекс потребления

$$C_t = 1 - \alpha \frac{1}{\kappa} C_{Ht}^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} + \alpha \frac{1}{\kappa} C_{Ft}^{\frac{\kappa-1}{\kappa}},$$

где  $C_{Ht}, C_{Ft}$  – индексы потребления отечественных и импортных товаров, соответственно. Параметр  $\kappa$  отражает взаимозаменяемость между отечественными и импортными товарами в соответствии с предпочтениями отечественного потребителя, а параметр  $\alpha \in 0, 1$  показывает степень открытости экономики. Чем ближе  $\alpha$  к 0, тем менее открыта экономика.

Для задачи (1)-(2) из условий первого порядка можно получить уравнения, которые задают оптимальное распределение потребления и труда. Их в модели записывают в логлинеаризованном виде:

$$c_t = \frac{1-\gamma}{\sigma(1+\gamma)} \rho - i_t + E_t \pi_{t+1} + \frac{1}{1+\gamma} E_t c_{t+1} + \frac{\gamma}{1+\gamma} c_{t-1}, \quad (3)$$

$$w_t - p_t = \sigma \left[ \ln 1 - \gamma + \frac{1}{1+\gamma} (c_t - \gamma c_{t-1}) \right] + \varphi l_t + \xi_t, \quad (4)$$

где  $\rho = -\ln\beta$ ,  $i_t = -\ln Q_{t,t+1}$ , и малыми буквами здесь и далее обозначены логарифмы величин, представленных заглавными буквами в предыдущих формулах, за исключением темпа инфляции, для которого  $\pi_{t+1} = \frac{P_{t+1}}{P_t} - 1 \approx \ln(P_{t+1}/P_t) = p_{t+1} - p_t$ .

Уравнение (3), которое называется уравнением Эйлера, содержит ожидания будущих значений переменных инфляции и потребления. Наличие ожиданий в уравнениях порождают основную сложность для поиска их решений.

*Поведение фирм.* В стране Н (home) существует континуум монополистически конкурентных фирм, производящих *конечные товары* и проиндексированных  $i \in [0, 1]$ . Каждая фирма использует технологию, описываемую производственной функцией

$$Y_{it} = A_t \min N_{it}, \frac{1}{\zeta} O_{it},$$

где  $Y_{it}$  – выпуск фирмой  $i$  конечных товаров,  $O_{it}$  – используемое для этого количество нефти,  $A_t$  – коэффициент, отражающий влия-

ние технологического прогресса, т.е. общая производительность факторов,  $N_{it}$  – численность занятых в этой фирме,  $\zeta$  – коэффициент, задающий фиксированные пропорции факторов производства. Величина  $A_t$  меняется в соответствии с авторегрессионным процессом AR(1)  $\ln A_t = \rho_a \ln A_{t-1} + \varepsilon_{at}$ , и  $\varepsilon_{at}$  есть «белый шум». Поскольку фирма не делает избыточных затрат, будут выполняться равенства

$$Y_{it} = A_t N_{it}, \quad O_{it} = \zeta N_{it}.$$

Фирма в каждом периоде с вероятностью  $1-\theta$  меняет цену своего товара и вероятностью  $\theta$  сохраняет ее неизменной. Через  $P_t$  обозначим оптимальный уровень цен фирмы, устанавливающей цену в периоде  $t$ . Вероятность неизменности цены в течение  $k$  периодов равна  $\theta^k$ . Должна приниматься во внимание приведенная прибыль фирмы с учетом стохастического дисконтирующего фактора. Следовательно, репрезентативная фирма определяет оптимальную цену из решения следующей оптимизационной задачи:

$$\max_{P_t} \sum_{k=0}^{\infty} \theta^k \mathbb{E}_t Q_{t,t+k} P_t Y_{it+k|t} - TC_{it+k|t}^n(Y_{it+k|t})$$

при условии очищения рынка

$$Y_{it+k|t} = \frac{P_t}{P_{t+k}}^{-\varepsilon} C_{t+k}.$$

Здесь  $Y_{it+k|t}$  – выпуск фирмы в периоде  $t+k$ , которая в последний раз меняла цену в периоде  $t$ ,  $TC_{it+k|t}^n(Y_{it+k|t})$  – общие номинальные издержки фирмы в периоде  $t+k$ .

Отдельно рассмотрим *нефтяной сектор* в стране Н. Фирма, производящая нефть, максимизирует прибыль при данной ставке заработной платы  $W_t$  и мировой цене нефти  $P_{ot}$ :

$$\max_{N_{ot}} P_{ot} O_{st} - W_t N_{ot}$$

при условии

$$O_{st} = A_{ot} N_{ot}^\mu, \quad 0 < \mu < 1.$$

Здесь  $A_{ot}$  – коэффициент, отражающий влияние технологического прогресса в нефтяном секторе, динамика которого описывается авторегрессионным процессом AR(1) следующего вида:  $\ln A_{ot} = \rho_{ao} \ln A_{ot-1} + \varepsilon_{aot}$ , и  $\varepsilon_{aot}$  представляет собой «белый шум». Величина  $N_{ot}$  есть численность занятых в производстве нефти, а  $O_{st}$  – объем предложения нефти как для внутреннего потребления, так и для экспорта.

*Инфляция, условия торговли и международное разделение рисков.* Пусть  $P_{Ht}$  и  $P_{Ft}$  – индексы цен отечественных и импортных товаров, соответственно. Лог-линеаризация индекса потребительских цен относительно устойчивого состояния, для которого  $P_H = P_F = P$ , позволяет увязать условия торговли с показателями инфляции. Используем разложение в ряд Тейлора первого порядка относительно устойчивого состояния. Перейдем к

логарифмам переменных и найдем логарифм индекса потребительских цен:

$$p_t = 1 - \alpha p_{Ht} + \alpha p_{Ft}.$$

Условия торговли по определению представляют собой отношение индекса цен страны-партнера к индексу внутренних цен страны Н. Поскольку в логарифмической форме условия торговли  $s_t = p_{Ft} - p_{Ht}$ , то логарифм индекса потребительских цен  $p_t = p_{Ht} + \alpha(p_{Ft} - p_{Ht})$  или

$$p_t = p_{Ht} + \alpha s_t.$$

Эта формула увязывает индекс потребительских цен с индексом цен внутренних товаров. Из нее легко получается соотношение, связывающее темп CPI инфляции с темпом инфляции по ценам внутренних товаров страны Н:  $\pi_t = \pi_{Ht} + \alpha \Delta s_t$ .

Для эффективного номинального обменного курса  $e_t$  и индекса мировых цен  $p_t^*$  в логарифмической форме можно получить равенство  $p_{Ft} = e_t + p_t^*$  и формулу для реального эффективного обменного курса  $q_t = (1 - \alpha)s_t$ .

Очевидно, параметр  $\alpha$ , который находится в пределах от 0 до единицы, не может быть равным единице, поскольку это означало бы, что в стране Н потребляются только импортные товары.

$$y_{ct} = \mathbb{E}_t y_{ct+1} - \frac{1}{\sigma} i_t - \mathbb{E}_t \pi_{Ht+1} - \rho - \frac{\alpha(\omega-1)}{\sigma} \mathbb{E}_t \Delta s_{t+1}.$$

Реальные предельные издержки фирмы:

$$MC_t^r = \frac{W_t + \zeta P_{ot}}{A_t P_{Ht}}, \quad mc_t^r = g_W + \psi_W w_t + 1 - \psi_W p_{ot} - p_{Ht} - a_t, \quad 0 < \psi_W < 1.$$

Здесь  $g_W, \psi_W$  – параметры. Пусть  $\tau$  – субсидии на единицу производимой продукции.

$$MC_t^r = (1 - \tau) \frac{W_t + \zeta P_{ot}}{A_t P_{Ht}}, \quad mc_t^r = g_W + \ln(1 - \tau) + \psi_W w_t + 1 - \psi_W p_{ot} - p_{Ht} - a_t.$$

В секторе производства нефти весь ее объем делится внутренним потреблением отечественных фирм и экспортом за границу:

$$O_{st} = O_t + O_t^*, \quad o_{st} = g_O + \psi_O o_t + (1 - \psi_O) o_t^*, \quad 0 < \psi_O < 1,$$

Домашние хозяйства могут инвестировать, приобретая как отечественные ценные бумаги  $B_t$ , так и зарубежные ценные бумаги  $B_t^*$ . Из условия оптимальности по  $B_t, B_t^*$  следует соотношение, которое увязывает процентную ставку в стране с мировой процентной ставкой:

$$i_t = i_t^* + \mathbb{E}_t \Delta e_{t+1}.$$

*Равновесие.* Для страны Н, производящей нефть, реальный доход  $Y_{ct}$  складывается из дохода  $Y_t$ , полученного от производства фирмами товаров, и дохода  $Y_{ot}$  от продажи нефти за границу. Страна может не весь нефтяной доход использовать для текущего потребления. Через  $\delta$  обозначим долю нефтяного дохода, которая направляется на текущее потребление в страну Н. Остальная часть нефтяного дохода аккумулируется в специальном фонде для использования в будущем. В Казахстане – это Национальный фонд РК. Тогда доход для текущего потребления равен

$$Y_{ct} = Y_t + \delta Y_{ot} = \int_0^1 Y_{it}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di + \delta \frac{P_{ot} O_t^*}{P_t}.$$

На текущее потребление идет доход  $Y_{ct}$  с учетом нефтяных поступлений, а не только доход от фирм, производящих конечные товары. Используя условие очищения рынка [8], можно получить уравнение динамической кривой IS:

Тогда следующим образом корректируются реальные предельные издержки:

где  $g_O, \psi_O$  – параметры. Полагаем, что цены в стране коррелируют с мировыми ценами на нефть, т.е. их разность описывается авторегрессионным процессом первого порядка:

$p_{ot} - p_{Ht} = \rho_{po} p_{ot} - p_{Ht} + \varepsilon_{pot}$ , где  $\rho_{po}$  – положительный коэффициент, меньше едини-

цы,  $\varepsilon_{POt}$  – случайная переменная «белый шум». Трудовые ресурсы также делятся между

фирмами, производящими конечные товары, и нефтяным сектором:

$$L_t = N_t + N_{ot}, \quad l_t = g_N + \psi_N n_t + (1 - \psi_N) n_{ot}, \quad 0 < \psi_N < 1.$$

Здесь  $g_N, \psi_N$  – параметры. Обозначим через  $y_t = y_t - y_t^n$  отклонение выпуска при номинальной жесткости цен от выпуска при гибких

ценах. Учитывая эти формулы и предыдущие соотношения, после дальнейших преобразований можно получить

$$\pi_{Ht} = \beta E_t \pi_{Ht+1} + \lambda_\alpha y_t, \quad \lambda_\alpha = \lambda \sigma_\alpha \psi_Y + \varphi \psi_N + \varphi (1 - \psi_N) \frac{1}{\mu} \psi_O + (1 - \psi_W) \frac{1-\mu}{\mu} \psi_O.$$

Это уравнение Новой кейнсианской кривой Филиппа для рассматриваемой здесь малой открытой экономики.

Составляющей модели динамического стохастического общего равновесия является правило денежно-кредитной политики [11]. Не все развивающиеся страны используют процентную ставку как инструмент монетарной политики, но Национальный банк РК ее использует [12]. В данной модели придерживаемся известного правила Тейлора

$$i_t = \rho + \varphi_\pi \pi_{Ht} + \varphi_y y_t + v_{mt},$$

где  $\varphi_\pi, \varphi_y$  – неотрицательные коэффициенты, а  $v_{mt}$  – случайная величина, отражающая шоки монетарной политики. Ее динамика задается авторегрессионным процессом первого порядка  $v_t = \rho_{mt} v_{t-1} + \varepsilon_{mt}$ , и  $\varepsilon_{mt}$  есть «белый шум».

## 2. Оценка параметров модели и анализ функций отклика

Были использованы источники квартальных данных: официальные сайты госорганов (Агентство РК по статистике, Министерство экономического развития и торговли РК, Национального банка РК, Министерства финансов РК), а также данные Всемирного Банка и МВФ.

Существуют различные способы оценки или калибровки параметров линеаризованной DSGE модели. Представленная модель содержит 24 основных параметров. Остальные параметры вычисляются в программе на их основе. Оценки, полученные в процессе калибровки и эконометрического оценивания, затем

были уточнены байесовским методом с применением алгоритма Метрополиса-Хастинга.

В Казахстане нефтяные доходы направляются в Национальный фонд, из которых около 10 процентов годового дохода используются для текущих затрат в экономике. Поэтому параметр  $\delta$  в расчетах принят равным 0.1. Рассмотрим отклики макроэкономических переменных модели на различные шоки. Проведенные расчеты по модели дали следующие результаты.

*Технологический шок в секторе производства товаров.* Его последствия представлены на рисунках 1 и 2.

Примечания:  $y$  – выпуск при жестких ценах,  $u$  – выпуск при гибких ценах,  $x$  – разница в выпуске при жестких и гибких ценах,  $u_s$  – суммарный доход, использованный в экономике,  $n$  – численность занятых в производстве товаров,  $o$  – внутреннее потребление нефти,  $o_s$  – объем производства нефти,  $l$  – численность занятых в нефтяном секторе,  $l$  – общая численность занятых в логарифмах.

Этот шок повышения производительности приводит к резкому росту выпуска товаров при жестких и при гибких ценах. Причем рост при гибких ценах выше, чем при жестких ценах. Увеличение производства товаров вызывает повышение внутреннего потребления нефти, увеличение численности занятых в производстве и товаров и в нефтяном секторе. Растет общая численность занятых в экономике. Увеличивается объем производства нефти (рисунок 1).

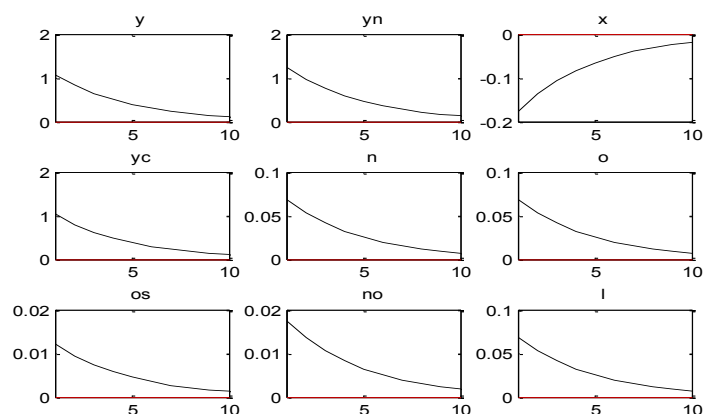


Рисунок 1 – Влияние технологического шока в секторе конечных товаров

Примечания:  $\pi_i$  – темп инфляции по ИПЦ,  $\pi_{ih}$  – темп инфляции по товарам отечественного производства,  $w_r$  – реальная заработная плата,  $c$  – потребление,  $i$  – номинальная ставка процента,  $gn$  – реальная ставка процента при гибких ценах,  $q$  – реальный обменный курс национальной валюты,  $s$  – условия торговли,  $nx$  – чистый экспорт в логарифмах.

Сокращается темп инфляции как по отечественным товарам, так и по индексу потреби-

тельских цен. В результате увеличивается суммарный доход в экономике, растет реальная заработная плата, повышается потребление. В ответ на снижение темпов инфляции и отрицательное отклонение выпуска при жестких ценах  $o$  выпуска при гибких ценах монетарные власти понижают процентные ставки. Происходит укрепление национальной валюты, улучшение условий торговли и увеличение чистого экспорта (рисунок 2).

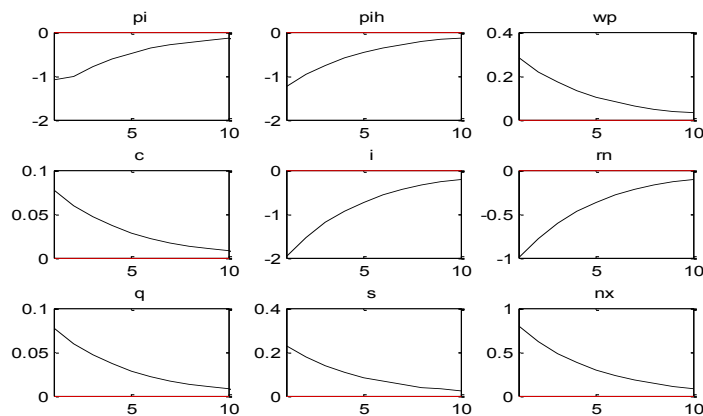


Рисунок 2 – Влияние технологического шока в секторе конечных товаров

*Шок цен на нефть.* Резкий скачок вверх мировой цены нефти увеличивает издержки фирм на производство товаров. Сокращается выпуск товаров в экономике, причем сильнее при гибких ценах. Происходит снижение использования нефти в экономике и сокращение ее производства, уменьшается число занятость как в нефтяном секторе, так и в других отраслях экономики. Резко увеличивается темп инфляции как по товарам, производимым в стране, так и по индексу потребительских

цен. Следствием этого является уменьшение реальной заработной платы. В то же время из-за роста нефтяных доходов возрастает потребление, увеличиваются процентные ставки. Улучшаются условия торговли, увеличивается реальный обменный курс, возрастает чистый экспорт.

*Шок внешнего спроса на нефть.* В стране резко увеличивается производство нефти и сокращается ее внутреннее потребление. Соответственно, увеличивается численность

занятых в секторе производства нефти, и уменьшается численность занятых в отраслях производства обычных товаров. В целом занятость в экономике снижается. При жестких ценах происходит резкое сокращение производства товаров, кроме нефти, хотя при гибких ценах объем производства этих товаров возрос бы вследствие быстрой коррекции цен фирмами.

Падают темпы инфляции по товарам, производимым в стране, и по индексу потребительских цен. Рост производства нефти не компенсирует спада в остальных отраслях экономики. В соответствии с правилом Тейлора монетарные власти реагируют на снижение выпуска и уменьшение темпа инфляции, понижая номинальную процентную ставку. Происходит снижение и реальной процентной ставки. Сокращение занятости и объема производства товаров приводит к снижению средней реальной заработной платы. Соответственно снижается потребление. Наблюдается реальное обесценение национальной валюты. Отрицательное влияние на экономику шока спроса на нефть за рубежом проявляется также в ухудшении условий внешней торговли, что, в свою очередь, ведет к уменьшению чистого экспорта.

Рассмотрим последствия *шока производительности в нефтяном секторе*. Уменьшаются предельные издержки производства нефти. Возрастет объем производства нефти при уменьшении численности занятых в ее производстве. Это положительно повлияет на выпуск в секторе товаров, и возрастет численность занятых в производстве отечественных товаров. В целом возрастет занятость в экономике. Повысится суммарный доход, использованный в экономике. Он складывается из доходов, полученных в производстве товаров и в производстве нефти. Понизятся темпы инфляции и при жестких ценах, и при гибких ценах. Это положительно скажется на реальной заработной плате. Возрастет потребление. Номинальная и реальная процентные ставки понизятся. Произойдет реальное удорожание национальной валюты. Улучшатся условия торговли, и возрастет чистый экспорт.

*Шок денежно-кредитной политики* приводит к спаду в выпуске товаров и в численности занятых в их производстве. Соответственно, сокращается внутреннее потребление нефти, уменьшается общий объем ее произ-

водства. Следствием этого является снижение занятости в нефтяном секторе, и в итоге снижение общей численности занятых в экономике. Уменьшается суммарный доход, использованный в экономике, поскольку он складывается из доходов, полученных от производства товаров и производства нефти. Снижается реальная заработная плата, и сокращается потребление. В ответ на спад производства и резкое снижение темпа инфляции по отечественным товарам монетарные власти понижают процентную ставку. Национальная валюта испытывает реальное обесценение. Ухудшаются условия торговли и сокращается чистый экспорт.

*Шок предпочтения труда*. Если население начнет больше ценить отдых, досуг по сравнению с потреблением, то это окажет воздействие на экономику. Сократятся затраты труда в производстве товаров, и соответственно, сократится внутреннее потребление нефти. Следствием этого будет уменьшение объемов производства нефти в стране и численности занятых в нефтяном секторе. Уменьшится и общая численность занятых в экономике. Возрастут темпы инфляции по ценам на товары отечественного производства и по индексу потребительских цен, в котором учитываются и цены импортных товаров. Спад производства и рост темпа инфляции приведет к резкому уменьшению реальной заработной платы. Сократится потребление в стране. На рост темпов инфляции монетарные власти отреагируют повышением процентной ставки. Также произойдет реальное обесценение национальной валюты. Ухудшатся условия торговли и сократится чистый экспорт страны.

*Шок выпуска за рубежом*. Поскольку экономика открытая, то однопроцентное увеличение выпуска за рубежом окажет влияние на динамику макроэкономических переменных в стране. В соответствии с условием международного разделения рисков скачок выпуска в остальном мире увеличит потребление в стране. Равновесие совокупного спроса и совокупного предложения в данной ситуации обеспечивает ухудшение условий торговли и, соответственно, уменьшение чистого экспорта, который затем будет расти. Здесь не учитывается эффект роста экспорта нефти из-за роста производства за рубежом, который был рассмотрен выше. Сократится выпуск товаров в стране, уменьшится суммарный доход,



используемый в экономике. Первоначальный скачок темпа инфляции вниз сменится скачком вверх. Увеличатся потребление и реальная заработная плата. Произойдет обесценение национальной валюты. Вследствие сокращения выпуска снизится занятость в производстве товаров, и уменьшится внутреннее потребление нефти. В целом будет спад в производстве нефти и сокращение численности занятых в ее производстве. Общая численность занятых также сократится.

### 3. Заключение

В статье представлена модель динамического стохастического общего равновесия для экономики Казахстана, производящей нефть и накапливающей часть нефтяных поступлений в специальном фонде. Наряду с сектором конечных товаров в модель включен сектор производства нефти, который играет важную роль в экономике, обеспечивает значительную долю доходов в государственный бюджет страны. Принципиальной особенностью моделей динамического стохастического общего равновесия является включение в них уравнений с ожиданиями будущих значений переменных. Это уравнения новой кейнсианской кривой Филлипса и динамической кривой IS. Игнорирование, например, инфляционных ожиданий может привести к недостоверным результатам относительно

поведения экономики в ответ на различные внутренние и внешние шоки.

Каждая эндогенная переменная реагирует на шоки по-своему. Проведен анализ функций откликов на внутренние шоки (шок производительности в секторе конечных товаров, шок производительности в нефтяном секторе, шок предпочтений труда, шок денежно-кредитной политики) и внешние шоки (шок цены на нефть, шок спроса на нефть за рубежом и шок производства за рубежом). Отдельно можно исследовать влияние на прогнозируемые отклики макроэкономических переменных изменения доли накопления в Национальном фонде нефтяных доходов Казахстана.

Денежно-кредитная политика в модели представлена формулой Тейлора. Относительное увеличение коэффициента при переменной инфляции, т.е. усиление реакции центрального банка на отклонения темпа инфляции от целевого уровня оказывает влияние на отклики макроэкономических показателей. Они усиливаются для шоков производительности в секторе товаров и в нефтяном секторе, ослабляются или меняют направление для шока внешнего спроса на нефть. Учет откликов макроэкономических показателей на шоки позволит прогнозировать последствия принимаемых решений в экономике, а также внешних воздействий на экономику.

### Литература

- 1 Kydland F. E., Prescott E. C. Time to build and aggregate fluctuations // *Econometrica*. - 1982. – Vol. 50. – P. 1345-1370.
- 2 Calvo G. Staggered prices in a utility maximizing framework // *Journal of Monetary Economics*. – 1983. – №12. – P. 383–398.
- 3 Smets F., Wouters R. An estimated stochastic dynamic general equilibrium model of the euro area // *Journal of the European Economic Association*/ - 2003. – Vol. 1, No. 5. - P. 123-1175.
- 4 Lucas R. E. *Econometric Policy Evaluation: A Critique* // *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. - 1976. – Vol.1. – P. 19-46.
- 5 Dib A. An estimated Canadian DSGE model with nominal and real rigidities // *Bank of Canada Working Paper*. – 2001. – 26 p.
- 6 Medina J., Soto C. The Chilean business cycle through the lens of a stochastic general equilibrium model // *Central Bank of Chile Working Papers*. – 2007. - No. 457.
- 7 Kumhof M., Laxton D., Muir D., Mursula S. The Global Integrated Monetary and Fiscal Model (GIMF) // *IMF Working Paper*. – 2010. - WP 1034.
- 8 Galí J., Monacelli T. Monetary policy and exchange rate volatility in a small open economy // *The Review of Economic Studies*. – 2005. – Vol. 72. - No. 3. – P. 707–734.
- 9 Andrieu M. A note on identification patterns in DSGE models // *ECB Working Paper 123*. – 2010.
- 10 Curdia V., Woodford M. Credit spreads and monetary policy // *Journal of Money, Credit and Banking*. – 2010. – Vol. 42. - No.1. - P. 3-35.
- 11 Clarida R., Galí J., Gertler M. (1997). Monetary policy rules in practice: some international evidence // *NBER*. - WP 6254.
- 12 Мухамедиев Б.М. Правила денежно-кредитной политики Национального банка Казахстана // *Quantile*. – 2007. - № 3. - С. 91-106. (Россия, Москва).

**References**

- 1 Kydland F. E., Prescott E. C. Time to build and aggregate fluctuations // *Econometrica*. - 1982. – Vol. 50. – P. 1345-1370.
- 2 Calvo G. Staggered prices in a utility maximizing framework // *Journal of Monetary Economics*. – 1983. – №12. – P. 383–398.
- 3 Smets F., Wouters R. An estimated stochastic dynamic general equilibrium model of the euro area // *Journal of the European Economic Association*/ - 2003. – Vol. 1, No. 5. - P. 123-1175
- 4 Lucas R. E. *Econometric Policy Evaluation: A Critique* // *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. - 1976. – Vol.1. – P. 19-46.
- 5 Dib A. An estimated Canadian DSGE model with nominal and real rigidities // *Bank of Canada Working Paper*. – 2001. – 26 p.
- 6 Medina J., Soto C. The Chilean business cycle through the lens of a stochastic general equilibrium model // *Central Bank of Chile Working Papers*. – 2007. - No. 457.
- 7 Kumhof M., Laxton D., Muir D., Mursula S. *The Global Integrated Monetary and Fiscal Model (GIMF)* // *IMF Working Paper*. – 2010. - WP 1034.
- 8 Galí J., Monacelli T. Monetary policy and exchange rate volatility in a small open economy // *The Review of Economic Studies*. – 2005. – Vol. 72. - No. 3. – P. 707–734.
- 9 Andrieu M. A note on identification patterns in DSGE models // *ECB Working Paper* 123. – 2010.
- 10 Curdia V., Woodford M. Credit spreads and monetary policy // *Journal of Money, Credit and Banking*. – 2010. – Vol. 42. - No.1. - P. 3-35.
- 11 Clarida R., Galí J., Gertler M. (1997). Monetary policy rules in practice: some international evidence // *NBER*. - WP 6254.
- 12 Mukhamediev B.M. Praviladenezhno-kreditnoipolitiki Natsionalnogo Banka Kazakhstana // *Quantile*. - 2007. - № 3. - P. 91-106. (Moscow, Russia).