

А.А. Акаев, Н.С. Зиядуллаев, А.И. Сарыгулов, В.Н. Соколов

ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ В УСЛОВИЯХ СТАГФЛЯЦИИ С УЧЕТОМ ВОЛАТИЛЬНОСТИ КУРСА НАЦИОНАЛЬНОЙ ВАЛЮТЫ¹

В статье математическая модель экономической динамики в условиях стагфляции, разработанная ранее авторами, обобщается для случая волатильности курса национальной валюты, обусловленной волатильностью цен на нефть. Модель используется для среднесрочного прогноза развития экономики России до 2020 г.

Модель экономической динамики на среднесрочную перспективу в условиях стагфляции, разработанная авторами [1; 2], показала достаточно хорошие результаты при ее верификации на примере экономики России последних пяти лет. Так, при краткосрочном прогнозе экономической динамики России на 2015 г. темпы спада экономики оценивались по модели в 4,5%, уровень инфляции – 14,5% при фактических значениях этих показателей по итогам 2015 г. соответственно 3,7 и 12,9%. Уточненные данные Росстата по инфляции, рассчитанные на основе поквартальных данных, показали полное совпадение с оценкой по модели (14,5%).

Вместе с тем к недостаткам модели следует отнести, по нашему мнению, в первую очередь то, что она не учитывает изменения курса национальной валюты, обусловленные изменением цен на биржевые товары, что характерно для развивающихся стран. В данной работе модель обобщается для случая волатильности национальной валюты, а также приводится регрессионная модель, связывающая курс рубля с рыночными ценами на нефть. Таким образом, получена обобщенная модель, описывающая среднесрочную экономическую динамику в условиях стагфляции с учетом волатильности курса рубля, обусловленной волатильностью цен на нефть. На основе ее использования рассчитывается прогноз экономического развития России до 2020 г.

Математическая модель экономической динамики в условиях стагфляции с учетом волатильности валютного курса рубля. Рассмотрим основное уравнение и предпосылки искомой модели [1; 2]. Функция спроса на деньги описывается функцией распределения типа Парето:

$$(M / PY)^D = k(r + \pi^e)^{-\alpha}, \alpha > 0, k = const, \quad (1)$$

где M – денежная база; P – уровень цен в экономике; Y – реальный доход (ВВП); r – реальная процентная ставка; π^e – ожидаемая инфляция; α – параметр.

Коррекция ожиданий строится в соответствии с механизмом адаптивных ожиданий:

$$\dot{\pi}^e = \beta(\pi - \pi^e), \beta > 0, \quad (2)$$

где $\pi = \dot{P} / P$; $\pi^e = \dot{P}^e / P^e$; β – коэффициент, характеризующий скорость, с которой экономические субъекты пересматривают (корректируют) свои ожидания.

Далее предполагается, что часть дефицита госбюджета d (в долях ВВП) финансируется за счет эмиссии денег:

¹ Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (Проект №14-28-00065. «Структурно-циклическая парадигма экономического и технологического обновления макросоциальных систем (Мир и Россия в первой половине XX века)»).

$$\dot{M} / PY = d^{\xi}, \quad \xi > 0, \quad d^{\xi} / d < 1. \quad (3)$$

Остальная часть дефицита госбюджета ($d-d^2$) может покрываться, например, как в России, за счет средств резервного фонда.

Наконец, для описания *отклонений выпуска Y от равновесного уровня \bar{Y}* , вызванных отклонением уровня цен P от ожидаемого уровня P^e , используется уравнение предложения Лукаса:

$$\ln Y - \ln \bar{Y} = v(\ln P - \ln P^e), \quad v = \text{const}. \quad (4)$$

Как известно, номинальная процентная ставка i с учетом обменного курса национальной валюты $E(t)$ рассчитывается по следующей формуле [3, с. 185]:

$$i = r + \pi^e + \gamma q_E^e, \quad q_E^e = \dot{E}^e / E^e, \quad \gamma = \text{const}, \quad (5)$$

где E^e – ожидаемый обменный курс национальной валюты, например руб./долл. Следовательно, *функцию спроса на деньги* (1) с учетом *изменений курса национальной валюты* (5) можно записать в виде:

$$(M / PY)^D = k(r + \pi^e + \gamma q_E^e)^{-\alpha}. \quad (6)$$

Все предпосылки базовой модели (2)-(4) сохраняют свою силу. Полученная таким образом обобщенная модель позволяет вывести аналитические формулы для расчета прогнозных траекторий изменения темпов экономического роста (спада) и инфляции в среднесрочном периоде с учетом волатильности курса национальной валюты, обусловленной волатильностью цен на биржевые товары, что характерно для развивающихся стран.

Вывод указанных формул осуществляется следующим образом. Прежде всего, возьмем логарифмическую производную от обеих частей уравнения спроса на деньги (6):

$$\mu - \pi - q_Y = -\alpha \cdot [(\dot{r} + \dot{\pi}^e + \gamma \dot{q}_E^e) / (r + \pi^e + \gamma q_E^e)]. \quad (7)$$

где $\mu = \dot{M} / M$; $\pi = \dot{P} / P$; $q_Y = \dot{Y} / Y$.

Поскольку в ретроспективной зоне $\pi^e = \pi$ и $q_E^e = q_E$, то уравнения (6) и (7) могут применяться для оценки значений параметров k , γ и α . Пользуясь фактическими данными Росстата по основным переменным (M , π , q , γ , r и E) за 2011-2015 гг., мы получили для экономики России, следующие оценки искомых параметров: $k = 70,0$; $\gamma = -398533$; $\alpha = 0,32$.

Далее рассмотрим уравнение (3), описывающее частичное финансирование дефицита бюджета с помощью эмиссии денег. Преобразуем левую часть этого уравнения, пользуясь выражением (6) для функции спроса на деньги:

$$\dot{M} / PY = (\dot{M} / M)(M / PY) = \mu k(r + \pi^e + \gamma q_E^e)^{-\alpha} \quad (8)$$

Тогда уравнение (3) можно записать в виде:

$$k\mu(r + \pi^e + \gamma q_E^e)^{-\alpha} = d^{\xi}. \quad (9)$$

Подстановка логарифмической производной от обеих частей уравнения (9), т.е.

$$-\alpha \cdot [(\dot{r} + \dot{\pi}^e + \gamma \dot{q}_E^e) / (r + \pi^e + \gamma q_E^e)] = \xi(\dot{d}/d) - \dot{\mu}/\mu, \quad (10)$$

в правую часть уравнения (7), позволяет получить *ключевое уравнение модели*:

$$\pi + q_Y = \mu + \dot{\mu}/\mu - \xi(\dot{d}/d). \quad (11)$$

Как видно из данного уравнения, в условиях стагфляции экономическая динамика в среднесрочном периоде полностью определяется двумя факторами: темпами роста денежной массы (μ) и дефицитом госбюджета (d).

Для того, чтобы разделить две ключевые переменные π и q_Y , интересующие нас в уравнении (11), обратимся к уравнению предложения Лукаса (4). Продифференцируем обе его части. В результате получаем:

$$q_Y = q_{\bar{Y}} + v(\pi - \pi^e). \quad (12)$$

Воспользуемся уравнением (2) для пересмотра ожиданий и заменим в правой части уравнения (12) $\pi - \pi^e$ на $\dot{\pi}^e / \beta$. В итоге получаем следующее уравнение:

$$q_Y = q_{\bar{Y}} + \rho \dot{\pi}^e, \quad \rho = \nu / \beta. \quad (13)$$

Поскольку в ретроспективной зоне $\dot{\pi}^e = \dot{\pi}$, то данное уравнение может служить для оценки значений параметров q_Y и ρ . Пользуясь фактическими значениями π и q_Y (помесячные данные Росстата за 2014-2015 гг.), мы получили следующие значения параметров: $q_Y = 0,021$ и $\rho = 2,3 \cdot 10^{-7}$. Таким образом, по нашим оценкам, равновесный потенциальный уровень темпов экономического роста в среднесрочном периоде составляет всего 2,1% ($q_Y = 0,021$). Этот уровень крайне недостаточен для перехода экономики России на более высокую траекторию динамичного развития, поэтому необходим поиск новых источников роста.

Выражение для π^e получаем из уравнения (9):

$$\pi^e = (k\mu / d^\xi)^{1/\alpha} - r - \gamma q_E^e. \quad (14)$$

В результате подстановки производной выражения (14)

$$\dot{\pi}^e = 1/\alpha (k\mu / d^\xi)^{1/\alpha} [\dot{\mu} / \mu - \xi(\dot{d} / d)] - \dot{r} - \gamma \dot{q}_E^e. \quad (15)$$

в уравнение (13) получаем окончательную формулу для прогнозных расчетов динамики темпов экономического роста (спада):

$$q_Y = q_{\bar{Y}} + \rho [1/\alpha \cdot (k\mu / d^\xi)^{1/\alpha} \cdot (\dot{\mu} / \mu - \xi \cdot \dot{d} / d) - \dot{r} - \gamma \dot{q}_E^e]. \quad (16)$$

По данной формуле, прежде всего, оценивается значение параметра ξ на основе фактических данных всех переменных величин за 2014-2015 гг. (с использованием месячных или квартальных данных). Полученная оценка: $\xi = 0,02$. Зная прогнозную динамику q_Y , из (11) находим формулу для расчета прогнозной динамики инфляции:

$$\pi = \mu + \dot{\mu} / \mu - \xi(\dot{d} / d) - q_Y. \quad (17)$$

Данное уравнение со всей очевидностью показывает, что именно экономический рост способствует снижению инфляции, наряду с другими факторами.

Стратегии изменения управляющих переменных модели и моделирование темпов экономического роста. Для проведения прогнозных расчетов по формулам (16) и (17) необходимы в качестве исходных данные о стратегии расширения (сжатия) денежной массы (μ), уменьшении (увеличении) дефицита госбюджета (d) и снижении ключевой процентной ставки (r), а также об ожидаемой траектории изменения курса национальной валюты (E). Таким образом, в качестве управляющих переменных выступают ключевая ставка процента (r), темпы роста денежной массы (μ) и размер дефицита госбюджета (d). Очевидно, что при прогнозировании с помощью моделей (16) и (17) важным может стать поиск таких стратегий изменения управляющих переменных, которые бы привели к скорейшему выходу экономики из рецессии и достижению в среднесрочном периоде (желательно к 2020 г.) потенциальных равновесных темпов экономического роста $q_{\bar{Y}} = 2,1\%$, установленных выше.

Ключевая ставка процента. Стратегию снижения ключевой ставки процента r целесообразно сформулировать как плавное снижение до равновесного уровня 6% [2] к концу 2019 – началу 2020 г. (рис. 1) [7]. Такую стратегию можно описать с помощью простейшего полинома второй степени:

$$r = r_1 + r_0(T_1 - t)^2, \quad \dot{r} = -2r_0(T_1 - t), \quad (18)$$

где $T_1 = 2020$ г.; $r_1 = 0,06$; $r_0 = 0,002$.

Данная стратегия предполагает, что к началу 2017 г. ключевая ставка понизится до 9,2%. Этому будет способствовать снижение ключевой ставки процента в июне 2016 г. до 10,5%.

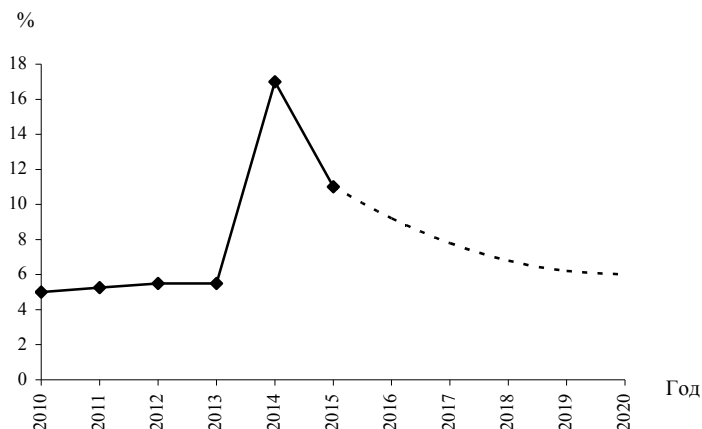


Рис. 1. Ключевая ставка на конец года (до 13 сентября 2013 г. – ставка по операциям РЕПО):
 —◆— факт; ---- прогноз

Предложение денежной массы M_2 . Для описания предложения денежной массы мы также предлагаем квадратичный закон:

$$M = c_0 + c_1(t - T_0) + c_2(t - T_0)^2; \quad \dot{M} = c_1 + 2c_2(t - T_0); \quad (19)$$

$$\ddot{M} = 2c_2; \quad \mu = \dot{M}/M; \quad \dot{\mu} = \ddot{M}/M - (\dot{M}/M)^2 = 2c_2/M - \mu^2,$$

где $T_0 = 2015$ г.; c_0, c_1, c_2 – коэффициенты.

Расчеты темпов экономического роста по формуле (16) показали, что для выхода из рецессии и достижения потенциальных равновесных темпов роста в 2,1% требуется, как показано на рис. 2 [4], увеличение темпов роста денежной массы (μ) в 2-3 раза по сравнению с их текущими значениями. Для наилучшей траектории роста денежной массы, позволяющей добиться вышеуказанной цели при последовательном снижении инфляции до 5% к 2020 г., мы получили следующие оценки коэффициентов прогнозной функции (19): $c_0 = 35000$; $c_1 = 30000$; $c_2 = 1400$.

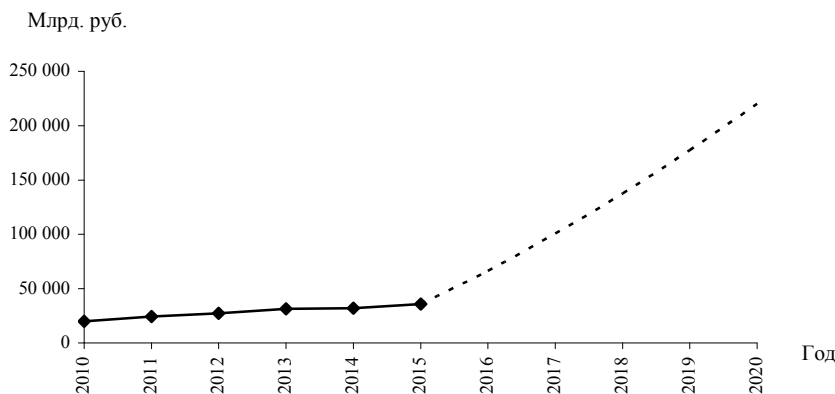


Рис.2. Денежная масса M2 (на конец года):
 —◆— факт; ---- прогноз

Дефицит госбюджета. В 2015 г. дефицит госбюджета составил 3,5% ВВП. В 2016 г. планировался дефицит в 3%, который должен быть профинансирован в

основном средствами Резервного фонда. Предполагалось потратить на эти цели 2,5 трлн. руб. В 2017 г. дефицит также составит 3% ВВП, как планирует Минфин России, а затем он будет сокращаться на 1 проц. п. ежегодно до 1% ВВП к 2020 г. Однако эта цель может оказаться недостижимой из-за вялого роста экономики. В любом случае, учитывая что произошел резкий рост дефицита с нуля до 3,5% ВВП всего за 4 года (2012-2015 гг.), а его сокращение будет трудным и долгим, целесообразно описать динамику рассматриваемого показателя следующей функцией:

$$d = \delta(t - T_2)^{3/2} e^{-\lambda(t - T_2)^2}; \quad \dot{d} = \delta \cdot (t - T_2) e^{-\lambda(t - T_2)^2} [3/2 - 2\lambda(t - T_2)^2], \quad (20)$$

где $T_2 = 2011$ – последний год с профицитом госбюджета; δ и λ – параметры.

Моделирование темпов экономического роста по формуле (16) с учетом выбранной стратегии сокращения дефицита госбюджета (20) показало, что для выхода к 2020 г. на потенциальные равновесные темпы экономического роста возможно уменьшение дефицита только до 2% ВВП с текущих 3,5% (рис. 3) [5]. При этом были получены следующие оценки для постоянных параметров: $\delta = 0,0065$; $\lambda = 0,028$.

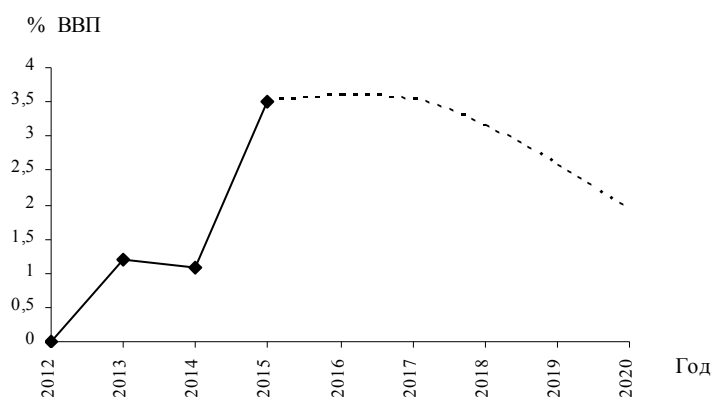


Рис. 3. Дефицит консолидированного бюджета РФ:
—◆— факт; ---- прогноз

Валютный курс рубля. Отдельные эксперты полагают, что рубль начал самостоятельное плавание и перестал зависеть от цен на нефть. Но это не соответствует действительности. Нефть остается определяющим фактором валютного курса рубля. Большинство экспертов утверждают, что рубль по-прежнему полностью зависит от цен на нефть. Правда, степень этой зависимости определяется уровнем цен на нефть: при низких ценах на нефть имеет место 100-процентная зависимость, а при высоких ценах на нефть – зависимость составляет примерно 75% и выше. Таким образом, при низких ценах на нефть статистическая значимость корреляции цен на нефть и валютного курса рубля весьма высока, но она снижается с ростом цен на нефть.

Для установления аналитической связи между текущими ценами на нефть марки Brent P_{OB} (долл./барр.) и валютным курсом рубля E (руб./долл.) воспользуемся простейшей квадратичной регрессией:

$$E = a + \nu P_{OB} + c P_{OB}^2; \quad \dot{E} = \dot{P}_{OB} (\nu + 2c P_{OB}); \quad q_E = \dot{E} / E. \quad (21)$$

Используя данные о ценах на нефть марки Brent и валютном курсе рубля за период с 2012 по 2016 г., мы получили следующие значения для коэффициентов регрессии: $a = 100,2$; $\nu = -0,914$ и $c = 0,0028$.

Полученная кривая регрессии (21) и фактическое корреляционное поле цен на нефть и курса рубля показаны на рис. 4 [4; 6]. Как видим, имеет место сильная корреляционная связь ($R^2 = 0,97$).

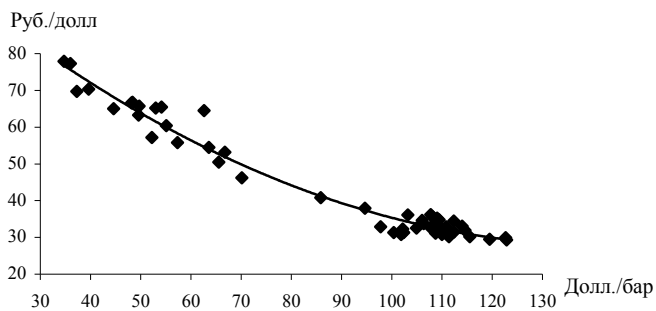


Рис. 4. Корреляционное поле связи цены на нефть и курса доллара ($R^2 = 0,972$)

Прогнозирование цен на нефть. Составим среднесрочный прогноз цен на нефть марки Brent. Как известно, среднегодовая цена нефти марки Brent в 2015 г. составила 52 долл./барр. Однако в начале 2016 г. цены на нефть упали до 30 долл./барр., но затем быстро восстановились и уже в начале июня 2016 г. вновь преодолели рубеж 50 долл./барр. Прогноз большинства экспертов на ближайший период – это коридор 45-55 долл./барр. Наиболее дальновидные эксперты утверждают, что 50 долл./барр. – это равновесная цена в долгосрочном периоде, поскольку себестоимость добычи сланцевой нефти в США, которая играет ключевую роль в соотношении «предложение-спрос», составляет 40-50 долл./барр. Снижение цен на нефть в последние годы было связано с ее перепроизводством, с одной стороны, и укреплением доллара США с другой. Поскольку американский доллар вступил в длительный цикл удорожания, который продлится как минимум до 2025 г., то наступает столь же затяжной период умеренных или низких цен на нефть. Поэтому дальнейшего существенного повышения цен на нефть ожидать не следует. Исходя из вышеуказанных соображений, в качестве прогнозной траектории роста цен на нефть выбрана логистическая кривая с насыщением на уровне 55 долл./барр. к 2020 г.:

$$P_{OB} = P_{OB}^{(0)} + \frac{P_{OB}^{(1)} \{1 - \exp[-\vartheta(t - T_0)]\}}{1 + P_{OB}^{(1)} \cdot \exp[-\vartheta(t - T_0)]}, \quad (22)$$

$$\dot{P}_{OB} = \frac{\vartheta(1 + P_{OB}^{(1)}) \cdot P_{OB}^{(1)} \cdot \exp[-\vartheta(t - T_0)]}{\{1 + P_{OB}^{(1)} \cdot \exp[-\vartheta(t - T_0)]\}^2},$$

где $T_0 = 2015$ г.; $P_{OB}^{(0)} = 30$; $P_{OB}^{(1)} = 25$; $\vartheta = 2$.

Прогнозная траектория движения цен на нефть показана на рис. 5 [6] пунктирной логистической кривой.

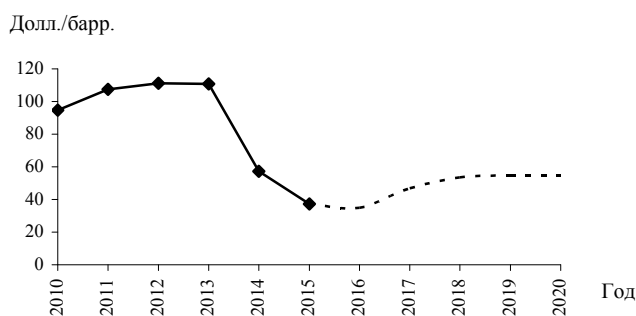


Рис. 5. Цены на нефть (на конец года):
—◆— факт; ---- прогноз

Соответствующая прогнозная траектория движения валютного курса рубля, рассчитанная по формуле (21), приведена на рис. 6 [4]. Как видно, курс рубля будет укрепляться и стабилизироваться на уровне 60 руб./долл.

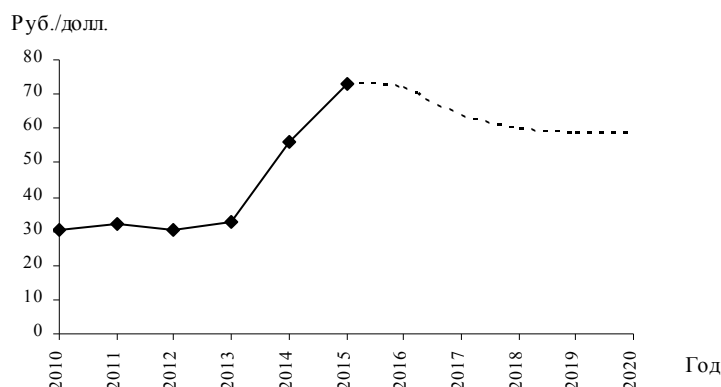


Рис. 6. Курс доллара (на конец года):
—◆— факт; ---- прогноз

Прогноз среднесрочной динамики темпов экономического роста и инфляции.

Окончательные результаты прогнозных расчетов темпов экономического роста и инфляции до 2020 г., рассчитанные по формулам (16) и (17) и представленные на рис. 7 [7], показывают, что рецессия в 2016 г. составит – 1,4% (рис. 7а); в 2017 г. ожидается небольшой рост – всего 0,4%, в 2018 г. – ощутимый рост – 1,6%, далее в 2020 г. до 2%.

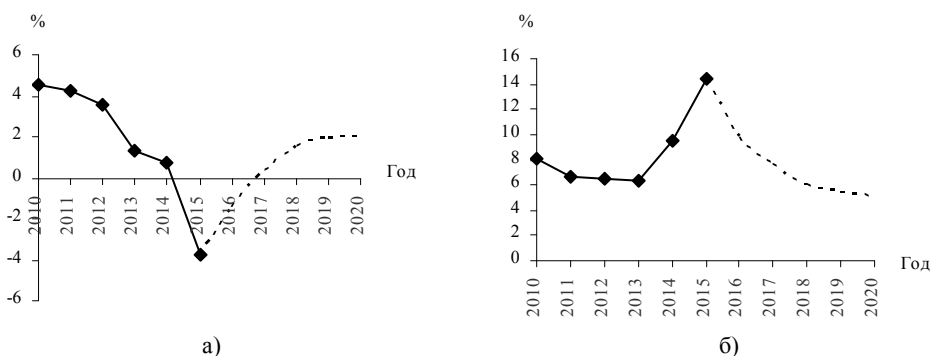


Рис. 7. Прогноз темпов прироста ВВП (а) и инфляции (б) для России до 2020 г.:
—◆— факт; ---- прогноз

Инфляция, по нашим прогнозам, выше целевых показателей, намеченных ЦБ РФ, и составит в 2016 г. 9,9%, а в 2017 г. – 7,6% и только к 2020 г. снизится до 5% (рис. 7б). Конечно, ЦБ может достигнуть намеченных целей таргетирования по достижению уровня инфляции 4% к началу 2018 г., но только ценой продолжения стагнации в экономике, поскольку для этого потребуются дальнейшее сжатие денежной массы. Как отмечено выше (см. рис. 2), для обеспечения скорейшего выхода из рецессии и достижения потенциальных равновесных темпов роста 2,1% к 2020 г. требуется в 2-3 раза увеличить темпы роста денежной массы.

Литература

1. Акаев А.А., Сарыгулов А.И., Соколов В.Н. Математическая модель экономической динамики в условиях высокой инфляции и нестабильного развития // ДАН. 2015. Т. 465. № 6. С. 643-646.
2. Акаев А.А., Зиядуллаев Н.С., Сарыгулов А.И., Соколов В.Н. Среднесрочный прогноз динамики развития экономики России // Проблемы прогнозирования. 2016. № 5. С. 37-46.
3. Бродский Б.Е. Макроэкономика. М.: Магистр: ИНФРА-М. 2012. 336 с.
4. <http://www.cbr.ru/>
5. <http://minfin.ru/ru/statistics/conbud/index.php#>
6. <http://www.investing.com/commodities/brent-oil-historical-data>
7. http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics