

Малков С.Ю. Моделирование экономического роста и международной торговли. Ловушка сырьевых стран // Информационные войны, 2012, №2(22), с.36-47.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА И МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ. ЛОВУШКА СЫРЬЕВЫХ СТРАН

Малков Сергей Юрьевич

Аннотация. В работе описаны модели, предназначенные для анализа влияния технологического развития на экономический рост с учетом торгового взаимодействия государств. Исследуются вопросы макроэкономической динамики и эндогенного экономического роста. Анализируются условия, при которых торговое взаимодействие носит взаимовыгодный характер. Рассматривается феномен «ловушки сырьевых стран». Анализируются условия преодоления данной ловушки.

Ключевые слова: макроэкономическая динамика, экономический рост, торговое взаимодействие, ловушка сырьевых стран

SIMULATION OF ECONOMIC INCREASE AND INTERNATIONAL TRADE. TRAP OF THE PRIMARY PRODUCING COUNTRIES

Malkov Sergey Yurievich

Abstract. In the work the models, intended for the analysis of the influence of technological development on the economic increase taking into account the commercial cooperation of states, are described. Questions of macroeconomic dynamics and endogenous economic increase are investigated. Conditions are analyzed, with which commercial interaction bears mutually beneficial nature. The phenomenon of the “trap of the primary producing countries” is examined. The conditions of overcoming this trap are analyzed.

Keywords: macroeconomic dynamics, economic increase, commercial interaction, trap of the primary producing countries.

Работа поддержана РГНФ (проект № 11-02-00088).

За годы, прошедшие после распада СССР, Россия превратилась из передовой промышленно развитой державы в страну, целиком зависящую от экспорта сырья. В последние годы, руководство страны, понимая опасность безвозвратной утраты промышленного потенциала, объявило курс на реиндустриализацию. Под предлогом укрепления позиций РФ на международных рынках заявлено о необходимости вступления России во Всемирную торговую организацию (ВТО). Идет работа над концепцией долгосрочного социально-экономического развития страны.

К сожалению, дискуссии о путях дальнейшего развития России носят в основном гуманитарный характер и не подкрепляются результатами

математического моделирования, в ходе которого оценивались бы последствия тех или иных принимаемых решений. Это кроме всего прочего обусловлено сложностью математического описания динамических процессов в экономике. Широко распространенные модели экономического *мэйнстрима* ориентированы на описание рыночных равновесий и не приспособлены для изучения нестационарных и неравновесных процессов. В связи с этим крайне актуальным является разработка макроэкономических моделей, которые позволяли бы:

- моделировать *динамические процессы* (а не только их результаты) с учетом их *неравновесности*;
- моделировать *конкуренцию* макроэкономических агентов;
- учитывать влияние *инноваций* и *возрастающей отдачи*;
- отдельно моделировать потоки *товаров* и *денег*, анализировать ситуации их *разбаланса* (инфляционные и дефляционные процессы);
- моделировать меры *регулирования* экономических процессов (посредством *on line* изменения параметров в ходе расчетов).

В настоящей работе представлены базовые модели указанного типа, предназначенные для анализа влияния технологического развития на экономический рост с учетом торгового взаимодействия государств. Моделирование проводится в несколько этапов.

Сначала проводится анализ развития отдельной страны в отсутствие торгового взаимодействия с другими странами (автономное развитие). С ее помощью исследуются вопросы макроэкономической динамики и условия экономического роста в отдельно взятой стране.

Далее рассматривается ситуация, когда две похожие по своим характеристикам страны вступают в торговое взаимодействие и возникает торговая конкуренция. Рассматриваются возможности равновесной и неравновесной динамики. Анализируются условия, при которых торговое взаимодействие носит взаимовыгодный характер.

Далее рассматривается ситуация асимметричного торгового взаимодействия, когда одна страна экспортирует продукцию обрабатывающей промышленности, а другая – сырье. Рассматриваются закономерности такого взаимодействия, феномен «ловушки сырьевых стран» [1]. Анализируются условия преодоления данной ловушки.

И наконец, рассматривается ситуация взаимодействия технологически развитой страны, экспортирующей продукцию обрабатывающей промышленности, и менее развитой страны, имеющей как экспортноориентированный сырьевой сектор, так и внутриориентированный сектор обрабатывающей промышленности. Анализируются условия

преодоления второй страной «ловушки сырьевых стран» и перехода ее на траекторию технологического развития.

А) БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ СТРАНЫ (АВТОНОМНОЕ РАЗВИТИЕ)

Описание модели

Модель носит агрегированный характер. В данной модели:

Ø Экономика представлена как система взаимодействия двух секторов:

- производственного сектора (ПС), который производит товары и услуги для конечного потребления,

- домохозяйств (ДХ), которые потребляют производимые сектором ПС товары и услуги и одновременно участвует в производстве, обеспечивая сектор ПС рабочей силой. В модели принято, что экономическая система замкнута, то есть хозяйственные связи с внешним миром отсутствуют;

Ø используется макроэкономический подход, в соответствии с которым вся продукция сектора ПС, произведенная в единицу времени, рассматривается в виде агрегированного продукта, стоимость которого в постоянных ценах равна F (однопродуктовая модель). В текущих ценах стоимость продукции равна $F \cdot p$, где p – индекс цен (дефлятор);

Ø продукция сектора ПС потребляется как населением (сектором ДХ), так и самим сектором ПС (с целью поддержания воспроизводственного процесса). Источником поступления денежных средств в сектор ПС является приобретение произведенных в нем товаров и услуг населением, источником поступления денежных средств в сектор домохозяйств является зарплата, которую население получает за работу в производственном секторе (считается, что величина зарплаты пропорциональна стоимости выпускаемой продукции);

Ø помимо выплат зарплаты и расходов на обеспечение производственного процесса (внутреннее потребление) денежные средства сектора ПС расходуются также на накопление (потенциальные инвестиции). Воспроизводство экономики обеспечивается за счет использования накоплений в производственном секторе;

Ø население расходует свои денежные средства на потребление и сбережение. Спрос населения на агрегированный продукт сектора ПС определяется функцией потребительского спроса, которая примерно

пропорциональна покупательной способности имеющихся у населения денежных средств;

Ø параметры спроса и предложения зависят от покупательной способности денежных средств, то есть от того, какое количество продукта можно приобрести на одну денежную единицу при складывающемся уровне инфляции (то есть покупательная способность денежной суммы M при индексе цен p равна M/p);

Ø производство продукции за единицу времени зависит от произведенных затрат, при этом с ростом масштабов производства количество произведенной продукции на единицу затрат может как уменьшаться (уменьшающаяся отдача), так и увеличиваться (увеличивающаяся отдача). Производство продукции в единицу времени описывается производственной функцией $F(M/p)$ – зависимостью количества производимого продукта от затраченных финансовых средств с учетом их покупательной способности.

Взаимодействие между секторами рассматривается в модели одновременно и через движение продукта, определяемого материальным балансом, и через денежные потоки. При этом денежные средства лишь опосредуют движение продукта. Избыточная величина денежных средств формирует ситуацию инфляции, а недостаточная – дефляцию. В первом случае индекс цен p больше нуля, во втором – меньше нуля.

Обобщенная схема денежных потоков в двухсекторной экономике представлена на [рисунке 1](#).

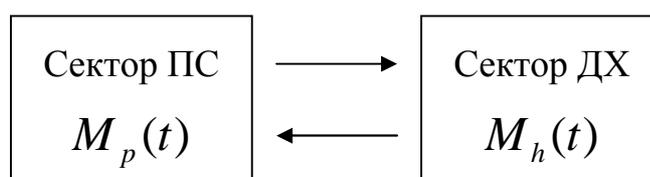


Рисунок 1 - Обобщенная схема денежных потоков в двухсекторной экономике

Здесь $M_p(t)$ – величина денежных средств в производственном секторе (сектор ПС) в момент времени t ; $M_h(t)$ – величина денежных средств у населения (сектор ДХ) в момент времени t ; стрелки отражают движение денежных потоков между секторами. Динамическими переменными модели являются величины $M_p(t)$, $M_h(t)$ и $p(t)$. Изменение этих величин описывается уравнениями:

$$dM_p/dt = k_h \cdot M_h - h \cdot F \cdot p, \quad (1)$$

$$dM_h/dt = h \cdot F \cdot p - k_h \cdot M_h, \quad (2)$$

$$dp/dt = a \cdot (k_h \cdot M_h + k_p \cdot M_p - F \cdot p), \quad (3)$$

Уравнения (1) и (2) описывают изменения денежных средств в единицу времени в секторах ПС и ДХ. Эти изменения определяются динамикой доходов и расходов секторов, величины которых отражены в правых частях уравнений. В модели принято, что население на потребление в единицу времени тратит долю k_h имеющихся средств (член $k_h \cdot M_h$). Принято также, что совокупные доходы домохозяйств (включая зарплаты, дивиденды и т.д.) составляют долю h от стоимости производимой продукции.

Уравнение (3) описывает динамику индекса цен $p(t)$, которая зависит от дисбаланса спроса и предложения. Спрос на продукцию состоит из спроса населения на потребительские товары (член $k_h \cdot M_h$) и спроса на производственные фонды (член $k_p \cdot M_p$, где k_p – доля средств производственного сектора, которая расходуется на воспроизводство основных фондов), предложение определяется выпуском продукции $F \cdot p$; a – коэффициент пропорциональности, характеризующий скорость установления равновесных цен (dp/dt) и характер взаимодействия сферы производства и обращения. В случае неизменных цен $a = 0$. Если величина производимой продукции $F \cdot p$ больше, чем спрос на нее, то цена падает, и наоборот.

Выражение для величины F зависит от условий и характера производства. В простейшем случае для F может быть использовано выражение:

$$F = f \cdot (k_p \cdot M_p / p)^c, \quad (4)$$

которое отражает зависимость выпуска продукции от величины вложений в производство с учетом их покупательной способности; f – параметр, характеризующий эффективность отдачи от вложений в производство (чем выше значение f , тем больше выпуск продукции на единицу вложенных средств). Показатель степени c в выражении для F характеризует отдачу от вложений. При $c < 1$ предельные издержки производства возрастают (убывающая отдача от вложений), при $c > 1$ – убывают (возрастающая отдача), при $c = 1$ – остаются неизменными (постоянная отдача).

Система уравнений (1) - (2) отражает ситуацию, когда суммарное количество денег в системе не изменяется, эмиссия отсутствует:

$$M_p(t) + M_h(t) = M = const. \quad (5)$$

Возможны ситуации, когда общее количество денег в экономической системе $M(t)$ изменяется экзогенным образом, например, в результате эмиссии и т.п. Тогда уравнения (1) и (2) изменяются следующим образом:

$$dM_p/dt = k_h \cdot M_h - h \cdot F \cdot p + \Delta M_p, \quad (6)$$

$$dM_h/dt = h \cdot F \cdot p - k_h \cdot M_h + \Delta M_h, \quad (7)$$

где ΔM_p и ΔM_h – экзогенное изменение денежных средств в секторах в единицу времени.

Результаты моделирования

Моделирование *простого воспроизводства* является важным этапом анализа функционирования экономической системы. С одной стороны, это наиболее простой для анализа случай, позволяющий выявить важнейшие особенности происходящих экономических процессов. С другой стороны, большинство ситуаций в реальной экономике достаточно близки к режиму простого воспроизводства и могут рассматриваться как некие отклонения от данного режима, являющегося в этом смысле базовым.

В рамках рассматриваемой модели условиями простого воспроизводства является сохранение постоянства значений переменных модели с течением времени. Математически это означает равенство нулю правых частей уравнений (1) – (2). В этом случае модель (1) – (5) принимает вид:

$$k_h \cdot M_h - h \cdot F \cdot p = 0, \quad (8)$$

$$k_h \cdot M_h + k_p \cdot M_p - F \cdot p = 0. \quad (9)$$

$$M_p + M_h = M, \quad (10)$$

$$F = f \cdot (k_p \cdot M_p / p)^c, \quad (11)$$

Уравнение (8) отражает тот факт, что платежеспособный спрос на потребительскую продукцию определяется совокупными доходами населения. При простом воспроизводстве сколько денег население получает в виде доходов за некий период времени, столько же оно и тратит в этот период времени на покупки.

Уравнение (9) отражает тот факт, что валовый выпуск в экономической системе ($F \cdot p$) расходуется на потребление ($k_h \cdot M_h$) и воспроизводство основного капитала - инвестиции ($k_p \cdot M_p$). Уравнение (9) является прямым аналогом известного макроэкономического соотношения:

$$Y = C + I, \quad (12)$$

где Y - ВВП, C - конечное потребление, I - инвестиции. В стоимостном выражении величине Y соответствует $F \cdot p$, величине C соответствует $k_h \cdot M_h$, величине I соответствует $k_p \cdot M_p$.

Система (8) – (11) имеет аналитическое решение, которое характеризует состояние динамического равновесия в экономике страны. По существу, система (8) – (11) представляет собой простейшую *модель общего равновесия*, относящуюся к классу так называемых *CGE-моделей* [2]. Если показатель степени $c < 1$ (ситуация убывающей отдачи), то состояние равновесия устойчивое (этот случай описан в работах Р.Солоу [3]). Если показатель степени $c > 1$ (ситуация возрастающей отдачи), то состояние равновесия неустойчивое [4, 5]. Если показатель степени $c = 1$ (ситуация постоянной отдачи), то состояние равновесия существует, но при изменении параметров системы будет изменяться (этот случай будет описан ниже).

Итак, рассмотрим случай $c = 1$, соответствующий ситуации постоянной отдачи (эта ситуация характерна для краткосрочных и среднесрочных экономических процессов при экстенсивном росте). В этом случае из (8) – (11) следует:

$$M_p = M \cdot k_h / (k_h + k_p \cdot (f - 1)), \quad M_h = M \cdot k_p \cdot (f - 1) / (k_h + k_p \cdot (f - 1)). \quad (13)$$

При $k_p = k_h = 1$ (это условие означает, что производственный сектор и население не создают избыточных запасов денежных средств, а полностью используют их соответственно для производства и потребления) выражения (13) приобретают особенно простой вид:

$$M_p = M/f, \quad M_h = M \cdot (f - 1)/f. \quad (14)$$

При этом в условиях простого воспроизводства должно выполняться соотношение:

$$h = (f - 1)/f, \quad (15)$$

обеспечивающее баланс между выпуском потребительской продукции и платежеспособным спросом на нее. При нарушении соотношения (14) динамическое равновесие исчезает и экономическая система дестабилизируется.

На [рисунке 2](#) представлены результаты расчетов динамики экономической системы в условиях простого воспроизводства при значениях параметров: $f = 4$, $h = 3/4$, $k_h = k_p = 1$.

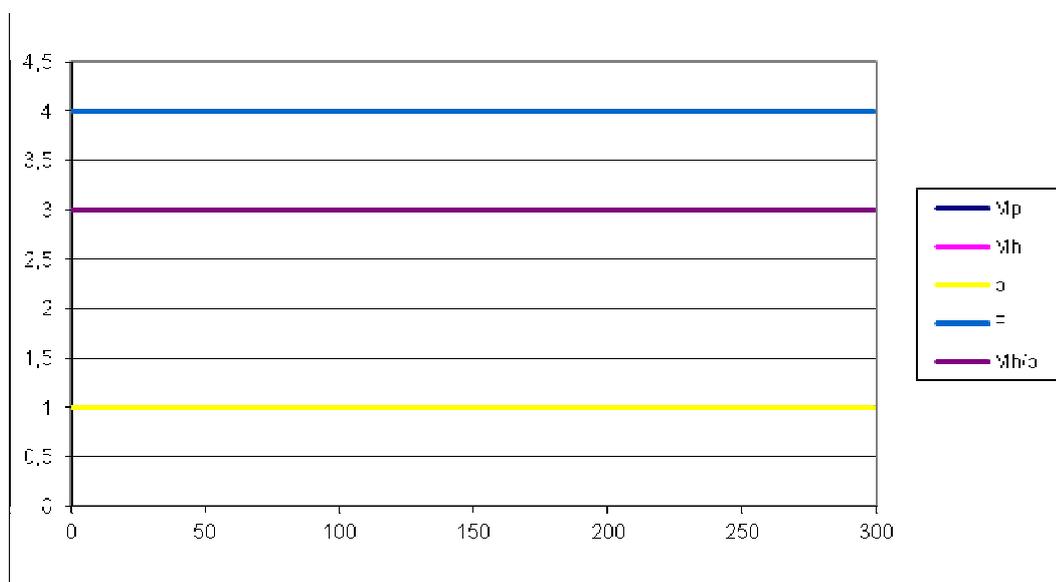


Рисунок 2 – Динамика экономической системы в условиях простого воспроизводства ($M_p = 1$; $M_h = 3$; $p = 1$; $F = 4$; $M_h/p = 3$)

На рисунке по оси абсцисс отложено время (одно деление – 3 дня). Видно, что при простом воспроизводстве характеристики экономической системы остаются постоянными, реализуется ситуация динамического равновесия.

Как отмечалось выше, случай простого воспроизводства важен потому, что к нему близки экономические ситуации, для которых характерна относительная стабильность и отсутствие резких изменений. По этой причине при моделировании экономических шоков и неравновесных процессов простое воспроизводство можно использовать как начальное состояние экономической системы.

Рассмотрим ситуацию, когда динамическое равновесие, реализуемое в режиме простого воспроизводства, нарушается, например, вследствие увеличения уровня доходов без одновременного повышения объемов производства потребительских товаров (то есть $h > (f - 1)/f$). Эта ситуация отражена на [рисунке 3](#), где величина h увеличена с 0,75 (что соответствует режиму простого воспроизводства, см. [рис. 2](#)) до 0,85.

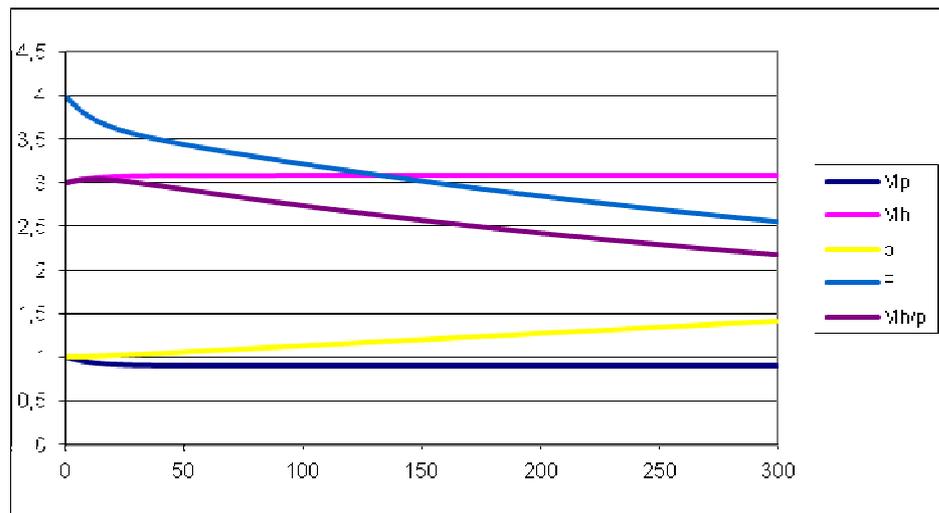


Рисунок 3 – Динамика экономической системы при завышенном уровне доходов населения (по отношению к режиму простого воспроизводства)

Видно, что завышение величины h приводит к ситуации товарного дефицита и к инфляционным процессам. Увеличение денежных выплат населению реально идет за счет снижения доли инвестиций в ВВП, что приводит к снижению фактического производства (F) и реального уровня жизни (M_h/p). В этой ситуации надо либо уменьшать уровень доходов, либо наращивать производство товаров F , чтобы опять установилось необходимое для простого воспроизводства условие баланса (15): $h = (f - 1)/f$. Первый путь не желателен по политическим причинам, так как может вызвать социальные волнения; второй путь требует интенсификации усилий общества, что не всегда достижимо. В любом случае – это неблагоприятная ситуация, в которую лучше не попадать, однако она возникает достаточно часто в случаях, когда правительство проводит популистскую политику.

Рассмотрим обратную ситуацию, когда $h < (f - 1)/f$, то есть когда стоимость произведенных товаров превышает доходы населения. Такая ситуация возникает, когда производство растет при тех же затратах труда вследствие научно-технического прогресса (технологических инноваций) или когда уровень зарплат сознательно занижается работодателями. Это ситуация относительного перепроизводства товаров; результаты ее моделирования приведены на [рисунке 4](#), где величина h уменьшена с 0,75 (что соответствует режиму простого воспроизводства, см. [рис.2](#)) до 0,65.

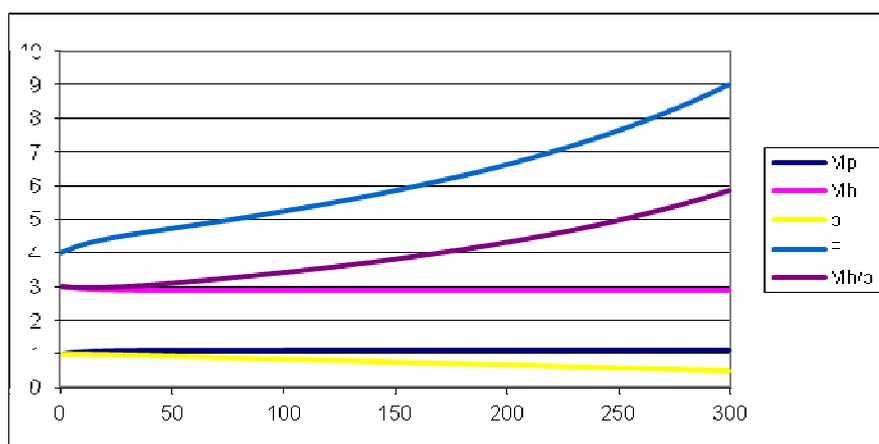


Рисунок 4 – Динамика экономической системы при заниженном уровне доходов населения (по отношению к режиму простого воспроизводства)

Видно, что занижение величины h приводит к ситуации относительного товарного избытка и к дефляционным процессам (величина p уменьшается). В принципе, для населения это - благоприятная ситуация (те, кто жил в послевоенные годы в СССР, с удовлетворением вспоминают, как снижались цены на продукты). Однако в условиях рыночной экономики дефляция – очень нежелательная ситуация для производителей: производственные расходы становятся меньше доходов, прибыль становится отрицательной, начинаются массовые банкротства. Поэтому для рыночной экономики ситуация, отраженная на [рисунке 3](#), в реальности невозможна. Реален кризис перепроизводства и последующая депрессия. Благоприятным может быть лишь выход, когда избыточную продукцию кто-нибудь купит.

Если экономическая система *замкнута*, то купить продукцию может только собственное население. Для этого нужна дополнительная *эмиссия денег*, которая направлялась бы населению (например, через государственные расходы при дефицитном бюджете) и повышала бы его платежеспособный спрос. При этом данные вливания должны быть сбалансированными. Избыточное увеличение денежной массы приведет к инфляции и в конечном итоге может привести к замедлению и прекращению роста. Идеальным является такое увеличение денежной массы, которое в точности компенсирует рост физического объема производимой продукции. В этом случае будет иметь место безинфляционный ($p(t) = 1$) экономический рост. Такая ситуация изображена на [рисунке 5](#). На нем отражены результаты расчета динамики экономической системы с теми же характеристиками, что и на [рис.3](#), но с дополнительным постепенным «вливанием» в население денег в количестве, обеспечивающим отсутствие как дефляции, так и инфляции (темп «вливания» отражен на [рисунке 6](#)).

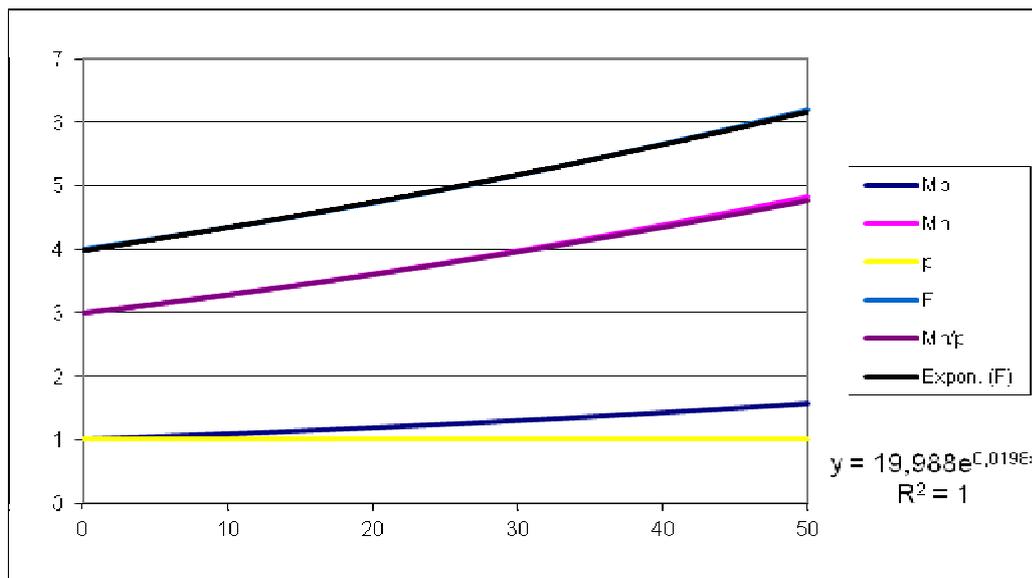


Рисунок 5 – Динамика экономической системы при дополнительной эмиссии, стимулирующей потребительский спрос и обеспечивающей безинфляционный рост экономики

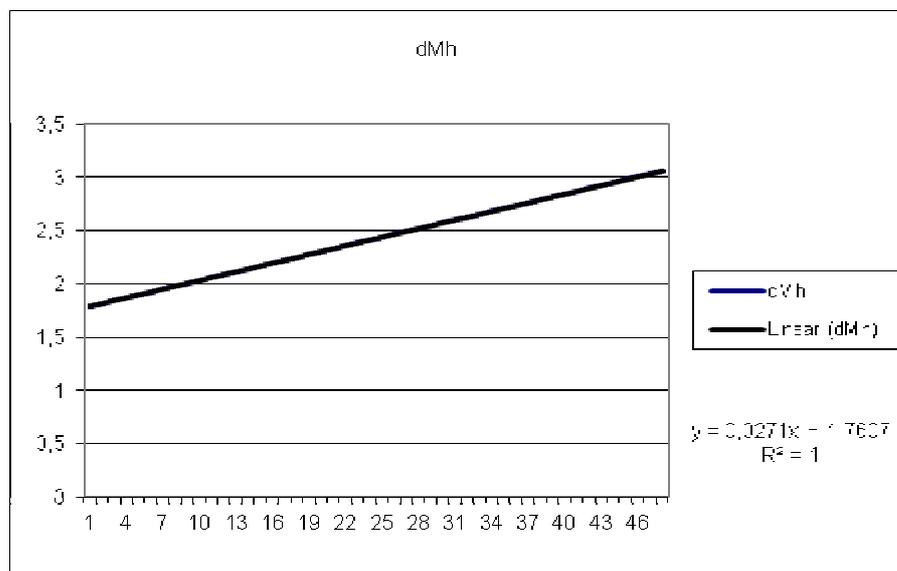


Рисунок 6 – Темп дополнительной эмиссии, обеспечивающей безинфляционный экономический рост

Из рисунков видно, что, несмотря на существенные эмиссионные вливания денежной массы, инфляция отсутствует ($p(t) = 1$). Характерно, что экономический рост при этом имеет экспоненциальный характер (см. [рис.5](#))

Рассмотренная ситуация характерна для развитых стран, в которых под воздействием инноваций растет производительность труда и объем производимой продукции (возрастающая отдача) и в которых основной проблемой является обеспечение платежеспособного внутреннего спроса на эту продукцию (общество потребления). В этих странах денежная масса M2 растет с темпами даже более высокими, чем ВВП (см., например, [рисунок 7](#)): без этого экономический рост был бы невозможен. Именно поэтому население развитых стран имеет высокие доходы: на произведенную продукцию должен существовать платежеспособный спрос.

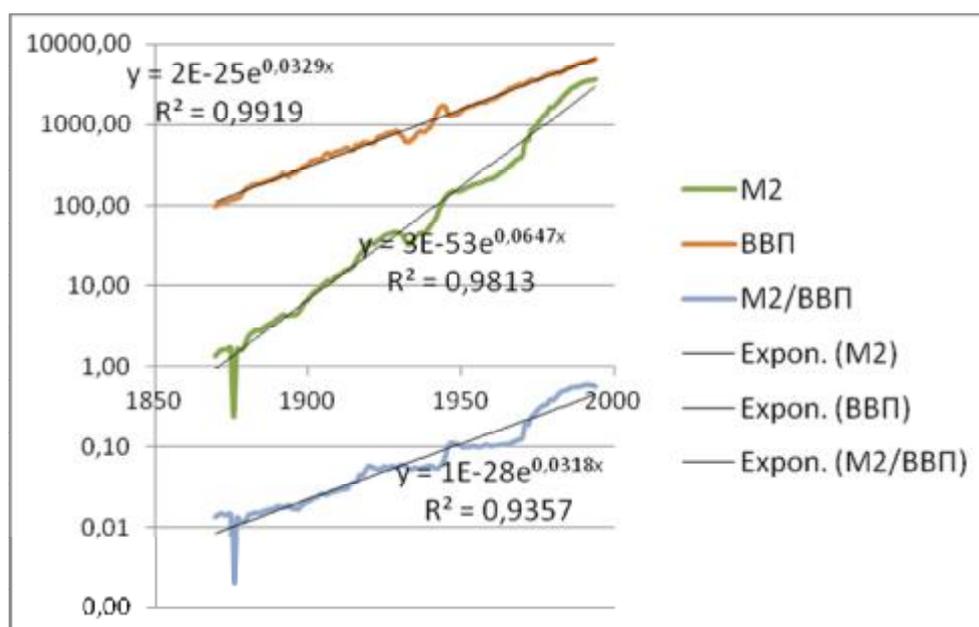


Рисунок 7 – Динамика ВВП, денежной массы M2 и уровня монетизации (M2/ВВП) в США (источник: [6])

Если экономическая система *не замкнута* (то есть возможна международная торговля), то относительный избыток продукции можно экспортировать в другие страны. В этом случае дополнительная эмиссия за счет дефицита бюджета *не требуется*, поскольку приток валюты осуществляется извне. Если этот приток валюты направляется на инвестирование, то идет экономический рост, расширение производства и повышение благосостояния населения (см. [рис.5](#)). По такому пути шли Япония, Южная Корея, сейчас по этому пути идет Китай.

Б) МОДЕЛЬ ТОРГОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДВУХ СТРАН, ПРОИЗВОДЯЩИХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ТОВАРЫ НА ВНЕШНИЙ РЫНОК

Описание модели

Пусть имеется две страны, развитие которых в отсутствие взаимодействия описывается уравнениями (1) – (4). Страны имеют национальные валюты. Будем считать, что торговое взаимодействие выражается в том, что население i -ой страны может покупать потребительскую продукцию j -ой страны (импортную продукцию) и готово тратить на это долю k_{hij} своих средств. Импортная продукция покупается за валюту и по ценам страны-экспортера. Обменный курс валют устанавливается на основе взаимного спроса на валюты, возникающего в ходе торгового обмена.

На [рис.8](#) представлена обобщенная схема торгового взаимодействия двух стран, отражающая потоки денежных средств при указанных выше предположениях (потоки средств из одной страны в другую подлежат обмену по текущему валютному курсу).

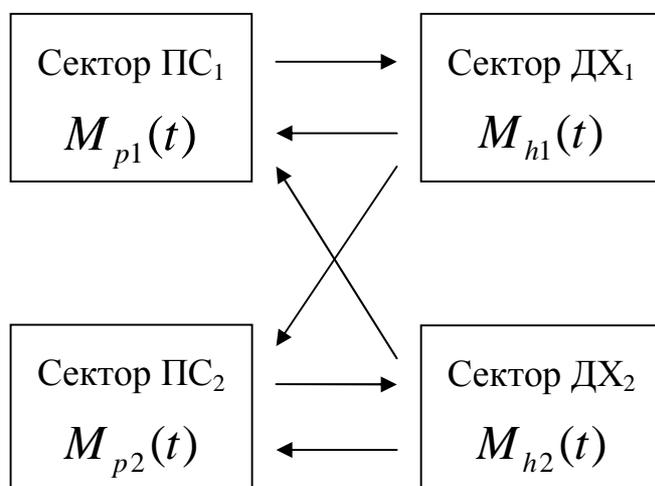


Рисунок 8 - Обобщенная схема торгового взаимодействия двух стран (случай торговли потребительскими товарами)

Соответствующая базовая математическая модель может быть описана уравнениями (16) – (25).

Уравнения для описания динамики макроэкономических переменных первой страны:

$$dM_{p1}/dt = k_{h11} \cdot M_{h1} + k_{h21} \cdot M_{h2} \cdot b_{21} - h_1 \cdot F_1 \cdot p_1 + \Delta M_{p1}, \quad (16)$$

$$dM_{h1}/dt = h_1 \cdot F_1 \cdot p_1 - (k_{h11} + k_{h12}) \cdot M_{h1} + \Delta M_{h1}, \quad (17)$$

$$dp_1/dt = a_1 \cdot (k_{h11} \cdot M_{h1} + k_{h21} \cdot M_{h2} \cdot b_{21} + k_{p1} \cdot M_{p1} - F_1 \cdot p_1), \quad (18)$$

$$F_1 = f_1 \cdot (k_{p1} \cdot M_{p1} / p_1)^{c1}. \quad (19)$$

Здесь k_{h11} - доля средств, расходуемых населением страны 1 на покупку отечественной продукции; k_{h12} - доля средств, расходуемых населением страны 1 на покупку продукции страны 2; k_{h21} - доля средств, расходуемых населением страны 2 на покупку продукции страны 1; b_{21} - обменный курс валюты M_2 на валюту M_1 (на сколько единиц валюты M_1 можно обменять одну единицу валюты M_2). В уравнениях учтено влияние торгового взаимодействия на характеристики спроса и динамику цен.

Уравнения для описания динамики макроэкономических переменных второй страны:

$$dM_{p2}/dt = k_{h22} \cdot M_{h2} + k_{h12} \cdot M_{h1} \cdot b_{12} - h_2 \cdot F_2 \cdot p_2 + \Delta M_{p2}, \quad (20)$$

$$dM_{h2}/dt = h_2 \cdot F_2 \cdot p_2 - (k_{h22} + k_{h21}) \cdot M_{h2} + \Delta M_{h2}, \quad (21)$$

$$dp_2/dt = a_2 \cdot (k_{h22} \cdot M_{h2} + k_{h12} \cdot M_{h1} \cdot b_{12} + k_{p2} \cdot M_{p2} - F_2 \cdot p_2). \quad (22)$$

$$F_2 = f_2 \cdot (k_{p2} \cdot M_{p2} / p_2)^{c2}, \quad (23)$$

Эти уравнения аналогичны уравнениям (16) – (19) для страны 1; b_{12} - обменный курс валюты M_1 на валюту M_2 (на сколько единиц валюты M_2 можно обменять одну единицу валюты M_1).

Уравнение для описания динамики курса валют:

$$db_{21}/dt = a_3 \cdot ((k_{h12} \cdot M_{h1}) / (k_{h21} \cdot M_{h2}) - b_{21}), \quad (24)$$

$$b_{21} \cdot b_{12} = 1. \quad (25)$$

Уравнение (24) отражает рыночное формирование курса валют на основе спроса и предложения. Спрос на валюту M_2 определяется тем, какую часть своих средств население страны 1 тратит на покупку продукции страны 2, и составляет величину $k_{h12} \cdot M_{h1}$. Предложение валюты M_2 определяется тем, какую часть своих средств население страны 2 тратит на покупку продукции страны 1, и составляет величину $k_{h21} \cdot M_{h2}$. По существу, величина b_{21} характеризует цену единицы валюты M_2 в единицах валюты M_1 .

Уравнение (25) отражает тот факт, что величины b_{21} и b_{12} обратно пропорциональны друг другу.

Результаты моделирования

В системе (16) – (25) возможен режим простого воспроизводства в обеих странах в условиях сбалансированного торгового обмена. В этом случае правые части уравнений (16) – (25) равны нулю, то есть все потоки денег в системе скомпенсированы обратными потоками.

Если одна из стран более развита (например, имеет более высокое значение f , выпускает более качественную продукцию) и ее продукция пользуется повышенным спросом, то она во взаимной торговле получает преимущество, при этом курс ее валюты начинает расти. В указанном случае она может проводить дополнительную эмиссию без угрозы инфляции, обеспечивая свой экономический рост и закрепляя свои конкурентные преимущества на внешнем рынке (так как эмиссия сдерживает увеличение курса валюты и предотвращает удорожание экспортируемых товаров в странах-импортерах).

Более того, даже если ситуация абсолютно симметричная (характеристики стран полностью одинаковы), то дополнительная эмиссия своей валюты одной из стран (при отсутствии дополнительной эмиссии в другой стране) дает ей конкурентное преимущество: темпы ее роста становятся выше, происходит экономическая экспансия (см. [рис.9](#), время по оси абсцисс и динамика экономического роста по оси ординат даны в относительных единицах).

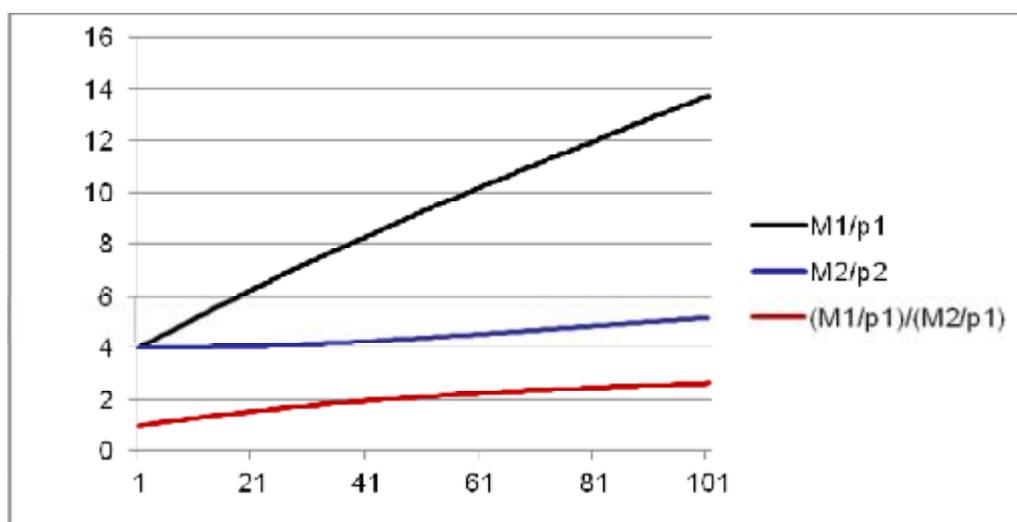
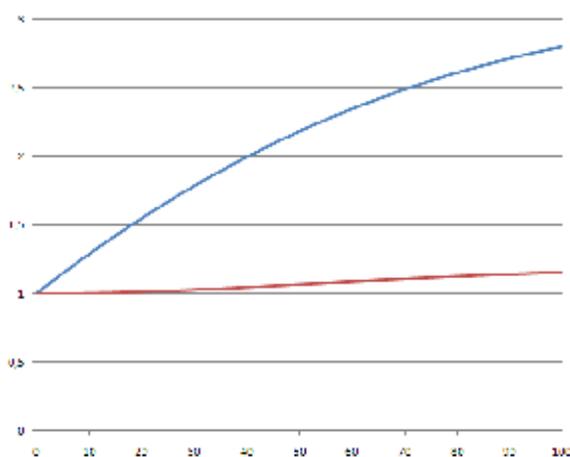


Рисунок 9 - Динамика экономического роста двух взаимодействующих стран в абсолютном (черный и синий графики) и относительном (красный график) измерении при одностороннем характере денежной эмиссии (эмиссия проводится страной 1)

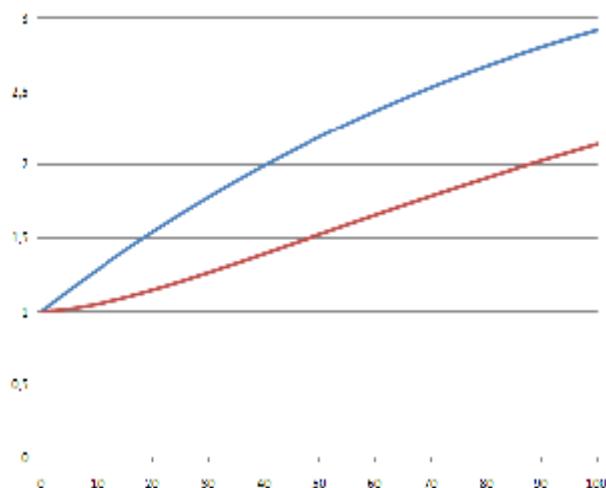
Данный эффект был также математически описан в [7] на основе использования более агрегированной модели «борьбы валют».

Таким образом, эмиссионная политика и принятые правила международного денежного обращения (например, Бреттон-Вудская или Ямайская валютная система) существенным образом влияют на экономические взаимодействия государств, давая существенные преференции странам-эмитентам резервной валюты (этим преференциями в настоящее время активно пользуются США, которые решают свои экономические проблемы во многом за счет ресурсов остального мира).

Государства, которые оказываются в проигрыше в результате торгового взаимодействия со странами-эмитентами, могут повлиять на ситуацию в свою сторону, если откажутся от свободной конвертации валют и будут сознательно занижать курс своей валюты (это означает исключение из модели уравнения (2.60) и введение вместо него регулируемого курса b_{21}). То же справедливо и для ситуации взаимодействия более развитой и менее развитой стран (развитой и развивающейся стран): развивающаяся страна может улучшить свое положение путем сознательного занижения курса своей валюты (см. [рис.10](#), время по оси абсцисс и динамика экономического роста по оси ординат даны в относительных единицах).



А)



Б)

Рисунок 10 - Влияние валютно-денежной политики развивающейся страны на экономический рост (синий график – динамика ВВП развитой страны, отн. ед.; красный график – динамика ВВП развивающейся страны, отн. ед.)

А) свободный валютный курс, Б) заниженный валютный курс развивающейся страны

Видно, что занижая валютный курс, развивающаяся страна может усилить свои конкурентные возможности и добиться ускорения экономического развития (такой политикой в настоящее время усиленно пользуется Китай).

В) МОДЕЛЬ ТОРГОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРАНЫ-ПРОИЗВОДИТЕЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ И СТРАНЫ-ПОСТАВЩИКА СЫРЬЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Описание модели

В модели рассматривается ситуация торгового взаимодействия двух стран, имеющих разную специализацию: первая страна имеет развитую обрабатывающую промышленность и торгует на внешнем рынке потребительскими товарами и промышленным оборудованием, а вторая страна специализируется на производстве сырьевой продукции (минерального сырья, сельскохозяйственной продукции и т.п.) и на торговле ею на внешнем рынке. Считается, что обрабатывающая промышленность второй страны развита слабо, вследствие чего ее влиянием на экономические процессы в первом приближении можно пренебречь.

Каждая страна имеет свою национальную валюту. В модели принято, что торговое взаимодействие выражается в том, что производственный сектор ПС₁ первой страны покупает сырье, производимое производственным

сектором $ПС_2$ второй страны, по цене p_2 , которая зависит от соотношения спроса и предложения на сырье (считается, что доля импортного сырья в конечной продукции составляет величину q). Производственный сектор $ПС_2$ второй страны покупает необходимое ему производственное оборудование в первой стране. Кроме того, в силу неразвитости обрабатывающей промышленности второй страны, ее население покупает потребительскую продукцию в основном импортного производства. Импортная продукция покупается за валюту и по ценам страны-экспортера. Обменный курс валют устанавливается на основе взаимного спроса на валюты, возникающего в ходе торгового обмена.

Обобщенная схема такого торгового взаимодействия, отражающая потоки денежных средств при указанных выше предположениях, представлена на [рис.11](#).

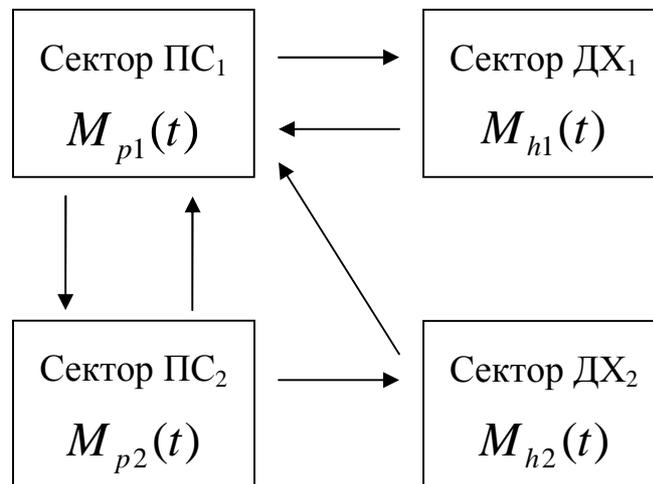


Рисунок 11 - Обобщенная схема торгового взаимодействия страны-производителя промышленной продукции и страны-поставщика сырьевой продукции

Соответствующая базовая математическая модель может быть описана уравнениями (26) – (35).

Уравнения для описания динамики макроэкономических переменных первой страны:

$$dM_{p1}/dt = k_{h1} \cdot M_{h1} + k_{h2} \cdot M_{h2} \cdot b_{21} + k_{p2} \cdot M_{p2} \cdot b_{21} - q \cdot F_1 \cdot p_2 \cdot b_{21} - h_1 \cdot F_1 \cdot p_1 + \Delta M_{p1}, \quad (26)$$

$$dM_{h1}/dt = h_1 \cdot F_1 \cdot p_1 - k_{h1} \cdot M_{h1} + \Delta M_{h1}, \quad (27)$$

$$dp_1/dt = a_1 \cdot (k_{h1} \cdot M_{h1} + k_{h2} \cdot M_{h2} \cdot b_{21} + k_{p2} \cdot M_{p2} \cdot b_{21} + k_{p1} \cdot M_{p1} - F_1 \cdot p_1), \quad (28)$$

$$F_1 = f_1 \cdot (k_{p1} \cdot M_{p1} / p_1)^{c1}. \quad (29)$$

Эти уравнения аналогичны уравнениям (16) – (19) с учетом того, что страна 2 закупает в стране 1 не только потребительские товары, но и оборудование, а страна 1 закупает в стране 2 сырье.

Уравнения для описания динамики макроэкономических переменных второй страны:

$$dM_{p2}/dt = q \cdot F_1 \cdot p_2 - h_2 \cdot F_2 \cdot p_2 - k_{p2} \cdot M_{p2} + \Delta M_{p2}, \quad (30)$$

$$dM_{h2}/dt = h_2 \cdot F_2 \cdot p_2 - k_{h2} \cdot M_{h2} + \Delta M_{h2}, \quad (31)$$

$$dp_2/dt = a_2 \cdot (q \cdot F_1 \cdot p_2 - F_2 \cdot p_2), \quad (32)$$

$$F_2 = f_2 \cdot (k_{p2} \cdot M_{p2} \cdot b_{21}/p_1)^{c_2}. \quad (33)$$

Уравнение (30) отражает тот факт, что доходы сектора ПС₂ состоят только из экспортной выручки, а расходы кроме выплат зарплат включают в себя закупку импортного оборудования. В уравнении (33) учтена зависимость производственных затрат от цен на импортное оборудование (с учетом валютного курса).

Уравнение для описания динамики курса валют:

$$db_{21}/dt = a_3 \cdot (q \cdot F_1 \cdot p_2 - k_{h2} \cdot M_{h2} - k_{p2} \cdot M_{p2}). \quad (34)$$

Уравнение (34) отражает рыночное формирование курса валют на основе спроса и предложения. Спрос на валюту M_2 определяется спросом на сырьевую продукцию страны 2 и составляет величину $q \cdot F_1 \cdot p_2$. Предложение валюты M_2 определяется спросом со стороны населения и производственного сектора страны 2 на продукцию страны 1.

Естественным образом, величины b_{21} и b_{12} обратно пропорциональны друг другу:

$$b_{21} \cdot b_{12} = 1. \quad (35)$$

Результаты моделирования

В системе (26) – (35) возможен режим простого воспроизводства в обеих странах в условиях сбалансированного торгового обмена. В этом случае правые части уравнений (26) – (35) равны нулю, то есть все потоки денег в системе скомпенсированы обратными потоками. Наличие равновесия обусловлено взаимодополнительностью стран: первая («промышленная») страна поставляет во вторую («сырьевую») страну оборудование и потребительские товары, а вторая страна поставляет в первую необходимое

для производства сырья. Такая специализация типична и внутри отдельных стран между их отдельными регионами.

Проблема заключается в том, что промышленное производство, основанное на инновациях, как правило, имеет возрастающую отдачу от масштабов производства ($c > 1$), а сырьевые отрасли имеют, как правило, убывающую отдачу от масштабов производства ($c < 1$) (см., например, [1]). Это приводит к постепенному снижению доходов населения в сырьевых странах по отношению к доходам населения промышленно развитых стран. Результаты одного из вариантов соответствующих расчетов по модели (26) – (35) приведены на [рис.12](#) (по оси абсцисс приведено время в относительных единицах; по оси ординат приведена величина, показывающая, во сколько раз реальные доходы населения промышленно развитой страны выше реальных доходов населения сырьевой страны).

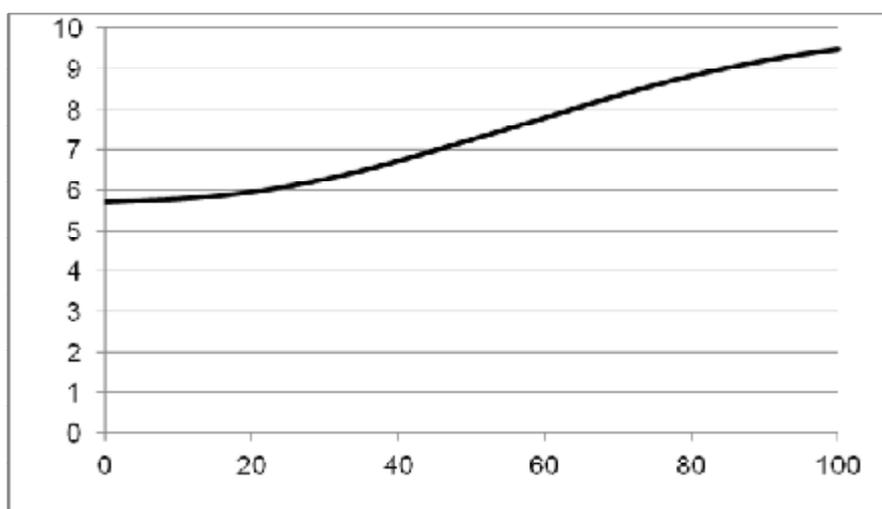


Рисунок 12 - Рост разницы доходов населения промышленно развитой и сырьевой страны в ходе их торгового взаимодействия

Видно, что сырьевая специализация (если нет возможности монополично диктовать цены на сырье) ведет к относительному снижению благосостояния населения сырьевых стран по отношению к благосостоянию населения промышленно развитых стран. Данная ситуация усугубляется, если на мировом рынке идет конкуренция между сырьевыми странами за импортеров сырья. В этом случае страны-экспортеры вынуждены для повышения конкурентоспособности снижать цены на свое сырье, экономя издержки на его производство. Это приводит к снижению зарплат и других доходов граждан сырьевой страны. Поскольку производители сырья не зависят от покупательной способности собственного населения (в отличие от ситуации в промышленно развитой стране, ориентирующейся на внутренний спрос), то

процесс снижения зарплат может зайти достаточно далеко и лимитируется лишь возникновением социальных протестов и развитием политической нестабильности. Сжатие внутреннего платежеспособного спроса препятствует развитию высокотехнологичных производств, ориентированных на производство потребительских товаров. Происходит деиндустриализация страны. Таким образом, страна попадает в так называемую «сырьевую ловушку» или «ловушку бедных стран» [1], замораживающую ее развитие. Выйти из этой ловушки можно только в результате целенаправленной политики руководства страны, направленной на развитие высокотехнологичных обрабатывающих производств и повышение внутреннего платежеспособного спроса.

По существу, Россия с начала 1990-х годов при проведении либеральных реформ попала в «сырьевую ловушку» (не без помощи западных партнеров) со всеми вытекающими последствиями: деиндустриализация, деградация науки и образования, утрата внешних рынков несырьевой продукции и т.п. В последние годы руководством страны осознана опасность такого состояния, предпринимаются попытки исправить положение, в том числе путем стимулирования проектов, направленных на развитие технологий 6-го уклада. Вопрос в том, достаточно ли этих усилий для того, чтобы преодолеть «сырьевую ловушку» и перейти в разряд технологических лидеров, реализующих механизм эндогенного роста. Дело в том, решение этой задачи имеет *пороговый* характер: если прилагаемые усилия будут ниже определенного уровня, то они окажутся нерезультативными и лишь приведут к бесполезной трате средств. Более того, эта трата средств может быть даже вредна (например, обучение специалистов для наукоемких отраслей производства без подготовки соответствующих рабочих мест приведет лишь к «утечке мозгов» за рубеж и объективно будет способствовать усилению зарубежных конкурентов). Определить величину существующих порогов и направлений усилий по выходу из «сырьевой ловушки» можно лишь на основе моделирования.

Г) МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТОЙ И РАЗВИВАЮЩЕЙСЯ СТРАН

Описание модели

Рассмотрим более интересную ситуацию, когда происходит торговое взаимодействие экономически развитой страны, специализирующейся на производстве потребительских товаров и

промышленного оборудования, и развивающейся страны, которая специализируется на производстве сырьевой продукции на экспорт, но имеет и собственную обрабатывающую промышленность, обслуживающую внутренний рынок. (Отличие от предыдущей ситуации заключается именно в учете наличия обрабатывающей промышленности у развивающейся страны.) В соответствии с этим будем считать, что в развивающейся стране существует два производственных сектора: сырьевой сектор $ПС_{2c}$ и сектор обрабатывающей промышленности $ПС_{2n}$.

Каждая страна имеет свою национальную валюту. Будем считать, что торговое взаимодействие выражается в том, что производственный сектор $ПС_1$ первой страны покупает сырье, производимое производственным сектором $ПС_2$ второй страны, по цене p_2 , которая зависит от соотношения спроса и предложения на сырье (примем, что доля импортного сырья в конечной продукции составляет величину q). Пусть, как и в предыдущем случае, сырьевой сектор $ПС_{2c}$ второй страны частично покупает необходимое ему производственное оборудование в первой стране. Население второй страны покупает потребительскую продукцию как отечественного, так и импортного производства. Импортная продукция покупается за валюту и по ценам страны-экспортера. Обменный курс валют устанавливается на основе взаимного спроса на валюты, возникающего в ходе торгового обмена.

Обобщенная схема такого торгового взаимодействия, отражающая потоки денежных средств при указанных выше предположениях, представлена на [рисунке 13](#).

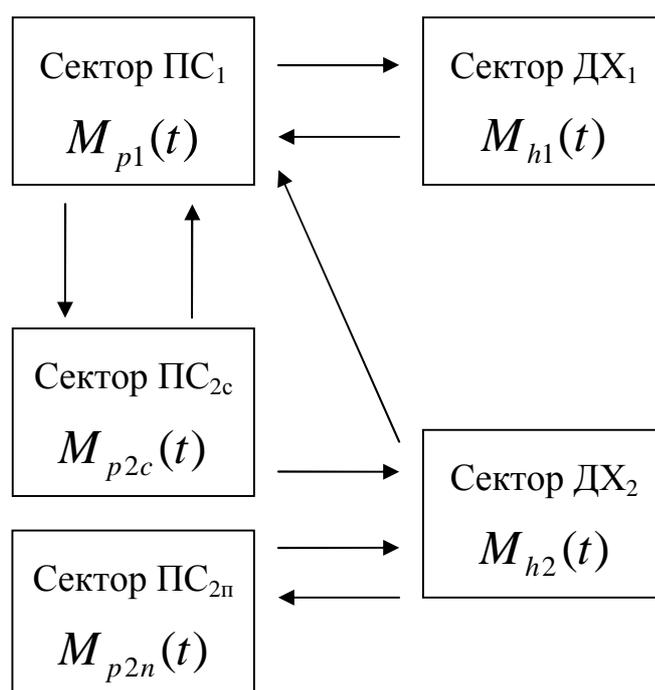


Рисунок 13 - Обобщенная схема торгового взаимодействия развитой и развивающейся стран

Соответствующая базовая математическая модель может быть описана следующими уравнениями. Уравнения для описания динамики макроэкономических переменных первой страны:

$$dM_{p1}/dt = k_{h1} \cdot M_{h1} + k_{h21} \cdot M_{h2} \cdot b_{21} + k_{p2c} \cdot M_{p2c} \cdot b_{21} - q \cdot F_1 \cdot p_{2c} \cdot b_{21} - h_1 \cdot F_1 \cdot p_1 + \Delta M_{p1}, \quad (36)$$

$$dM_{h1}/dt = h_1 \cdot F_1 \cdot p_1 - k_{h1} \cdot M_{h1} + \Delta M_{h1}, \quad (37)$$

$$dp_1/dt = a_1 \cdot (k_{h1} \cdot M_{h1} + k_{h21} \cdot M_{h2} \cdot b_{21} + k_{p2c} \cdot M_{p2c} \cdot b_{21} + k_{p1} \cdot M_{p1} - F_1 \cdot p_1), \quad (38)$$

$$F_1 = f_1 \cdot (k_{p1} \cdot M_{p1} / p_1)^{c1}. \quad (39)$$

Эти уравнения аналогичны уравнениям (26) – (29) с учетом того, что население страны 2 только часть k_{h21} своих средств тратит на закупку импортных товаров, а остальную часть тратит на закупку отечественной потребительской продукции.

Уравнения для описания динамики макроэкономических переменных второй страны:

$$dM_{p2c}/dt = q \cdot F_1 \cdot p_{2c} - h_{2c} \cdot F_{2c} \cdot p_{2c} - k_{p2c} \cdot M_{p2c} + \Delta M_{p2c}, \quad (40)$$

$$dM_{p2n}/dt = k_{h22} \cdot M_{h2} - h_{2n} \cdot F_{2n} \cdot p_{2n} + \Delta M_{p2n}, \quad (41)$$

$$dM_{h2}/dt = h_{2c} \cdot F_{2c} \cdot p_{2c} + h_{2n} \cdot F_{2n} \cdot p_{2n} - (k_{h21} + k_{h22}) \cdot M_{h2} + \Delta M_{h2}, \quad (42)$$

$$dp_{2c}/dt = a_{2c} \cdot (q \cdot F_1 \cdot p_{2c} - F_{2c} \cdot p_{2c}), \quad (43)$$

$$dp_{2n}/dt = a_{2n} \cdot (k_{h22} \cdot M_{h2} + k_{p2n} \cdot M_{p2n} - F_{2n} \cdot p_{2n}), \quad (44)$$

$$F_{2c} = f_{2c} \cdot (k_{p2c} \cdot M_{p2c} \cdot b_{21} / p_1)^{c2c}, \quad (45)$$

$$F_{2n} = f_{2n} \cdot (k_{p2n} \cdot M_{p2n} / p_{2n})^{c2n}. \quad (46)$$

Уравнения (40) – (46) отражают тот факт, что сырьевой сектор работает на экспорт, а сектор обрабатывающей промышленности – на внутреннее потребление. В уравнениях (45) – (46) учтено, что характер отдачи в сырьевом секторе и секторе обрабатывающей промышленности может быть различным.

Уравнение для описания динамики курса валют:

$$db_{21}/dt = a_3 \cdot (q \cdot F_1 \cdot p_{2c} - k_{h21} \cdot M_{h2} - k_{p2c} \cdot M_{p2c}). \quad (47)$$

Уравнение (47) аналогично уравнению (34); при этом величины b_{21} и b_{12} обратно пропорциональны друг другу:

$$b_{21} \cdot b_{12} = 1. \quad (48)$$

Данная модель позволяет определить параметры экономики и развития технологий, позволяющие развивающейся стране, попавшей в сырьевую ловушку, выйти из нее и перейти к инновационному развитию.

Результаты моделирования

Моделирование показывает, что в рассматриваемых условиях, когда обрабатывающая промышленность в первой стране более развита (выше производительность труда и отдача от инвестиций, лучше инфраструктура, меньше транзакционные издержки и т.п.), а торговое взаимодействие развитой и развивающейся страны осуществляется по либеральным правилам (свободное перемещение товаров и услуг, рыночное формирование цен и курсов валют), режим простого воспроизводства *отсутствует*, что свидетельствует о принципиальной *неустойчивости* ситуации. Реально происходит вытеснение промышленной продукции развивающейся страны с общего рынка. Это приводит к деиндустриализации развивающейся страны и попаданию ее в «сырьевую ловушку» (см. выше [модель \(В\)](#)). При этом происходит вытеснение и обесценивание валюты второй страны, падение уровня жизни ее населения (см. [рис.14](#) и [15](#), по оси абсцисс приведено время в относительных единицах).

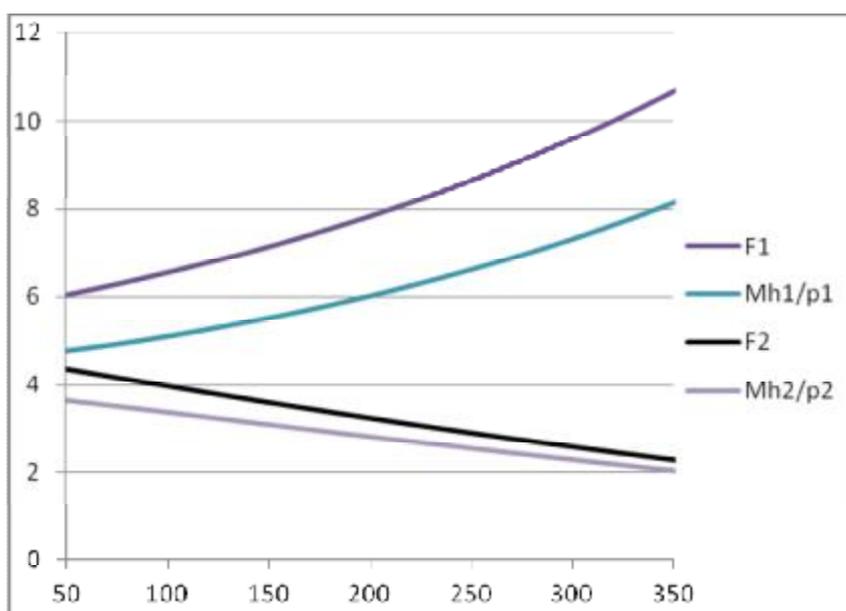


Рисунок 14 – Влияние торгового взаимодействия на динамику выпуска промышленной продукции в развитой и развивающейся стране

(соответственно, F_1 и F_2 , отн.ед.), а также на уровень жизни населения этих стран (соответственно, M_{h1}/p_1 и M_{h2}/p_2 , отн.ед.)

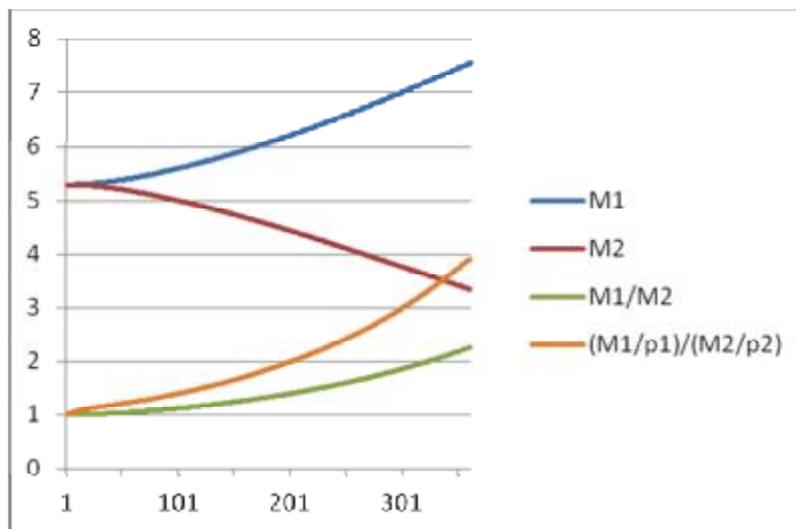


Рисунок 15 – Вытеснение валюты развивающейся страны (M_2) валютой развитой страны (M_1) в результате их торгового взаимодействия

Данный процесс может быть замедлен, если развивающаяся страна введет заниженный курс своей валюты, позволяющий достичь ей конкурентного преимущества (см. [рис.16](#) в сравнении с [рис.14](#), по оси абсцисс приведено время в относительных единицах), однако это лишь несколько отсрочит ее деиндустриализацию и попадание в «сырьевую ловушку».

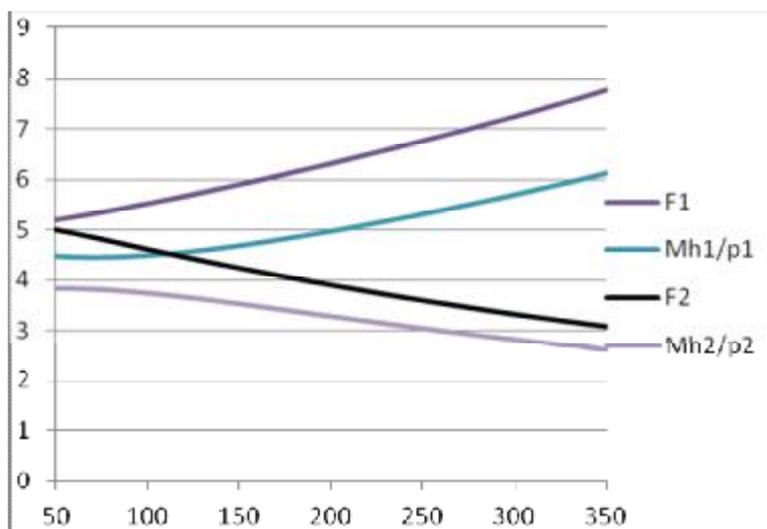


Рисунок 16 – Влияние занижения валютного курса развивающейся страной (в 0,8 раз по отношению к условиям [рис.14](#)) на динамику выпуска промышленной продукции (F_1 и F_2 , отн.ед.) и на уровень жизни населения (M_{h1}/p_1 и M_{h2}/p_2 , отн.ед.) в обеих странах.

В условиях международного торгового взаимодействия развивающаяся страна может сохранить и развивать свою обрабатывающую промышленность только увеличивая (по сравнению с развитой страной) долю ВВП, идущую на инвестиции, направляемые на промышленное развитие (см. [рис.17](#) в сравнении с [рис.14](#), по оси абсцисс приведено время в относительных единицах).

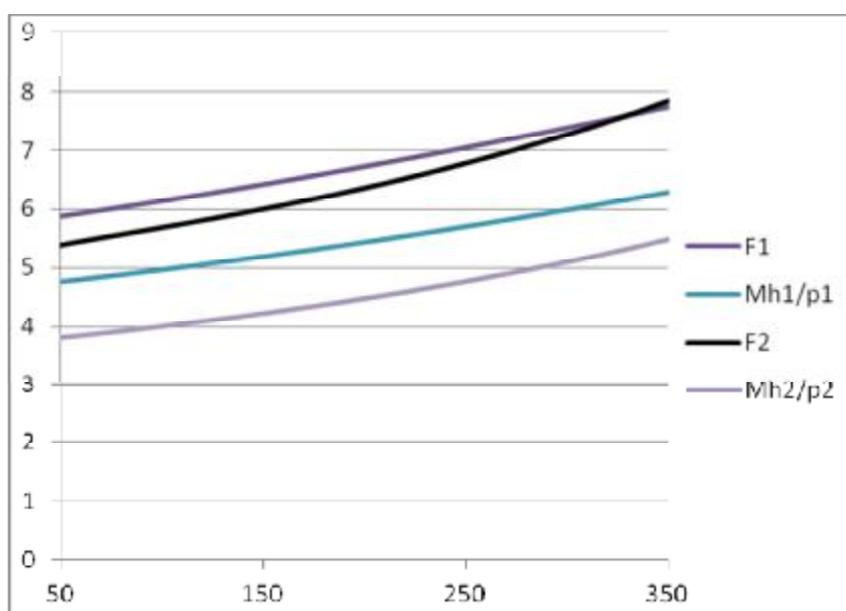


Рисунок 17 – Влияние повышенного инвестирования обрабатывающей промышленности развивающейся страной (в 0,8 раз по отношению к условиям [рис.14](#)) на динамику выпуска промышленной продукции (F_1 и F_2 , отн.ед.) и на уровень жизни населения (M_{h1}/p_1 и M_{h2}/p_2 , отн.ед.) в обеих странах.

Таким образом, необходимым условием непопадания развивающейся страны в «сырьевую ловушку» (или выхода из этой ловушки) является *активная промышленная политика* ускоренной индустриализации и модернизации.

Однако для промышленного развития в условиях международной конкуренции недостаточно просто вложения дополнительных средств в производство и основные фонды. Промышленная политика должна быть основана на внедрении *инноваций* и *передовых технологий*, повышающих

производительность труда и придающих товарам новые потребительские качества, обеспечивающих повышенный спрос. Иначе приложенные усилия окажутся затратными и неэффективными, не принесут ожидаемого результата. Проблема заключается в том, что промышленная продукция развивающихся стран, как правило, может конкурировать с аналогичной продукцией развитых стран только по цене, но не по качеству. Однако снижение цен на национальную продукцию для обеспечения ее конкурентоспособности на внешних рынках ведет к снижению доходов и, соответственно, к уменьшению возможностей для инвестирования. Таким образом, развивающиеся страны сталкиваются с серьезной проблемой обеспечения спроса на свою промышленную продукцию, и здесь вступление в ВТО может принести больше вреда, чем пользы. Выходом из этой очередной «ловушки» может быть целенаправленное стимулирование *внутреннего спроса* на национальную продукцию, но это – тема следующей статьи.

Литература

1. Райнерт Э.С. Как богатые страны стали богатыми и почему бедные страны остаются бедными. – М.: Изд. Дом Гос. Университета – Высшей школы экономики, 2011.
2. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сулакшин С.С. Применение вычислимых моделей в государственном управлении. - М.: Научный эксперт, 2007.
3. Solow R. Contribution to the Theory of Economic Growth // Quarterly Journal of Economics, 1956, №70, p.65–94.
4. Кирдина С.Г., Малков С.Ю. Моделирование самоорганизации экономики отраслей с повышающимися и понижающимися предельными издержками // Эволюционная теория, теория самовоспроизводства и экономическое развитие / Отв. ред. В.И.Маевский, С.Г.Кирдина. – М.: Институт экономики РАН, 2008, с.155-176.
5. Кирдина С.Г., Малков С.Ю. Два механизма самоорганизации экономики: модельная и эмпирическая верификация. — М.: Институт экономики РАН, 2010.
6. Румянцева С.Ю. Длинные волны в экономике: многофакторный анализ. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2003
7. Чернавский Д. С. Синергетика и информация (динамическая теория информации). - М.: УРСС, 2004.