



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • Электронная библиотека

Препринты ИПМ • Препринт № 139 за 2017 г.



ISSN 2071-2898 (Print)
ISSN 2071-2901 (Online)

Махов С.А.

Динамическая макро модель
стран БРИКС с учетом
торговли

Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Махов С.А. Динамическая макро модель стран БРИКС с учетом торговли // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2017. № 139. 20 с. doi:[10.20948/prepr-2017-139](https://doi.org/10.20948/prepr-2017-139)
URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2017-139>

**Ордена Ленина
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
имени М.В.Келдыша
Российской академии наук**

С.А. Махов

**Динамическая макро модель
стран БРИКС с учетом торговли**

Москва — 2017

С.А. Махов

Динамическая макро модель
стран БРИКС с учетом торговли

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена моделированию национальной и региональной динамики. Построены и проанализированы автономные регрессионные макро модели стран БРИКС и модель торговли между ними. Проведенные расчеты показывают, что модели удовлетворительно описывают динамику монотонно меняющихся показателей.

Ключевые слова: математическое моделирование, внешняя торговля, макро модели экономического развития, обработка данных, регрессионный анализ.

S.A. Makhov

A dynamic macromodel of the BRICS countries taking into account trade

ABSTRACT

Work is devoted to modeling of national and regional dynamics. Autonomous regression macro model of the BRICS countries and the trade model between them are built and analyzed. The calculations show that the models adequately describe the dynamics of indicators that change monotonically with time.

Key words: mathematical modeling, foreign trade, macro model of economic development, data processing, regression analysis.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 15-06-07926-а, 15-01-07944-а) и РГНФ (проект 15-03-00404-а).

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа является логическим продолжением работ [1, 2], посвященных макро моделированию отдельных стран БРИКС¹ и их совместной торговли. Концепция и методика моделирования применяется аналогично той, что использовалась ранее при моделировании мировой динамики [3].

При моделировании демографических и социально-экономических процессов уместно выделить несколько стратифицированных уровней описания объекта исследования:

- 1) мировая динамика – динамика мира в целом;
- 2) региональная динамика – динамика группы стран, объединенных по какому-либо признаку;
- 3) динамика отдельных стран.

В настоящей работе исследование проводится на 2-м и 3-м уровнях. Целью исследования является прогнозирование основных тенденций и построение сценариев развития. В качестве основных методов и подходов используются: а) аппроксимация временных рядов индикаторов статистическими методами, б) построение и анализ динамической модели мировых макропоказателей.

Таким образом, речь идет о разработке макроэкономических моделей регрессионного типа. Одним из примеров, реализовавших такой подход, является имитационная модель макроэкономике России С.В. Дубовского [4, 5]. В этой модели рассматривается динамика следующих индикаторов: валовой внутренний продукт (ВВП), капитал, стоимость основных производственных фондов, инвестиции, капитальные вложения, численность занятых, внешнеторговое сальдо.

Особенности модели С.В. Дубовского:

- а) специализированная макроэкономическая модель;
- б) автономная модель одной страны;
- в) нет взаимодействия с другими странами;
- г) не все величины эндогенны, некоторые показатели экзогенные;
- д) авторегрессионная модель (дискретный аналог системы дифференциальных уравнений);
- е) различная сложность уравнений модели.

В настоящей работе данный эконометрический подход применяется к исследованию демографических и макроэкономических показателей стран БРИКС, при этом были сформулированы следующие пожелания (постановка задачи).

1. Построить динамические макро модели для группы стран БРИКС.

¹ Группа из 5 государств: Бразилия, Россия, Индия, Китай, Южно-Африканская республика (ЮАР). Само сокращение «БРИКС» является транслитерацией английской аббревиатуры «BRICS», образованной по первым буквам названий стран (Brazil, Russia, India, China, South African Republic).

2. Единая модель для всей группы, а не набор моделей.
3. Модель должна быть эндогенной, желательно как можно меньше экзогенных факторов.
4. Уравнения должны быть одинаковой сложности.

АВТОНОМНЫЕ МАКРОМОДЕЛИ СТРАН БРИКС

В этом разделе приводятся уравнения автономных моделей для всех стран БРИКС. Модель составляется по следующей методике:

- предположения, гипотезы;
- анализ статистики, отбор данных;
- выбор основных и вспомогательных показателей;
- установление связей между величинами;
- составление уравнений;
- проведение расчетов;
- верификация модели, уточнение параметров;
- повтор предыдущих шагов до получения удовлетворительного результата.

В предлагаемой имитационной модели в качестве основных переменных взяты *численность населения N , основной капитал K , валовой внутренний продукт Y и валовое накопление (вложения в основные фонды, инвестиции) I* .

Для указанных переменных составляются динамические уравнения. Связи между переменными подбираются, исходя из динамики соответствующих показателей в прошлом и на основании экспертных оценок. Для оценки параметров модели и последующей верификации уравнений использовались статистические данные из следующих баз: World Bank database, UN database [6, 7]. Основное предположение модели – демография определяет экономику, обратное влияние не учитывается. Это предположение соответствует модели экономического развития, основанной на дешевой рабочей силе и низком внутреннем спросе.

При подготовке к расчетам было принято, что макроэкономические агрегаты измеряются в постоянных долларах 2010 года. По причине отсутствия в базах данных показателя «стоимость основных фондов» (основной капитал) было проведено его восстановление по методике, ранее апробированной в [3].

Далее в тексте приведены макромоделли всех стран БРИКС по единому плану: 1) уравнения, 2) графики расчетов, 3) краткие выводы.

Макромодель Бразилии

Уравнения модели:

$$N(t) = N(t-1) * (1 - d_1 - d_2 * N(t-1)),$$

$$K(t) = I(t) + (1 - b) * K(t-1),$$

$$Y(t) = a_1 * K(t) + a_2 * N(t),$$

$$I(t) = c_1 * Y(t-1) + c_2 * K(t-1).$$

Считается, что $t_0 = 1969$ год – начальный момент моделирования. На рисунках 1–4 приведены временные графики основных переменных.

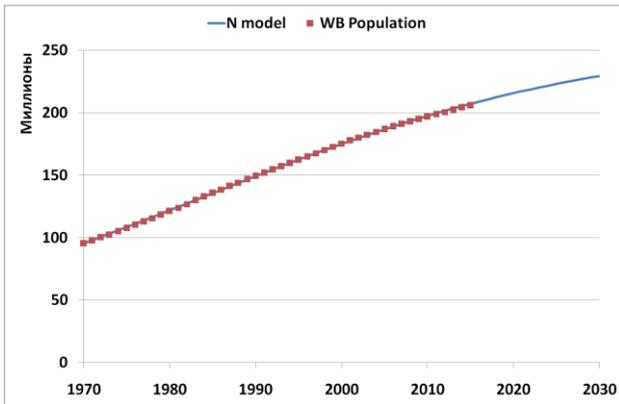


Рис. 1. Динамика численности населения, 1970-2030.

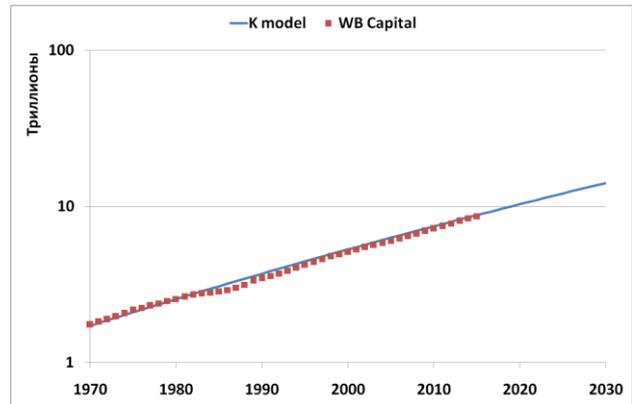


Рис. 2. Основной капитал (2010\$), 1970-2030 (логарифмический масштаб).

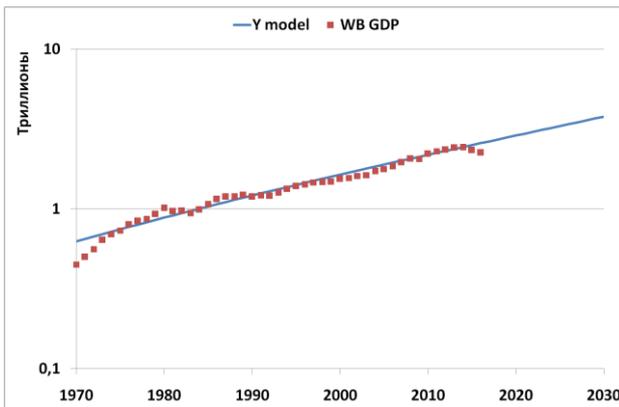


Рис. 3. Динамика ВВП (2010\$), 1970-2030 (логарифмический масштаб).

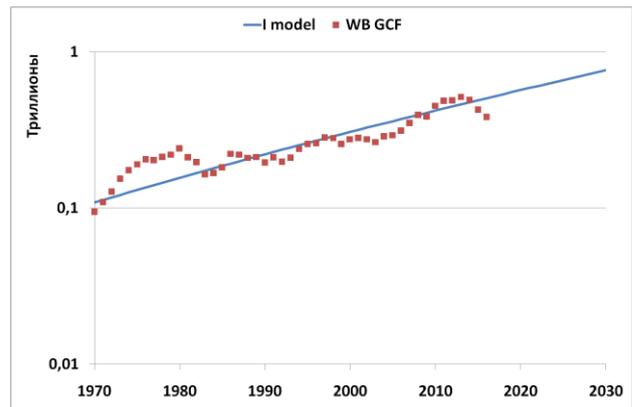


Рис. 4. Валовое накопление (2010\$), 1970-2030 (логарифмический масштаб).

На основании уравнений и результатов можно сделать краткие выводы:

- 1) Динамика основных макроэкономических показателей Бразилии носит экспоненциальный характер с 1980 по 2015.
- 2) В разработанной модели уравнения линейны, за исключением уравнения для демографии.
- 3) Демографическая динамика показывает отрицательные темпы роста, что скажется на экономике. В связи с этим стоит ожидать серьезные перемены в социальной сфере и структурные сдвиги в экономике.

Макромодель Индии

Уравнения модели:

$$N(t) = N(t-1) * (1 - d_1 - d_2 * N(t-1)),$$

$$K(t) = I(t) + (1-b)*K(t-1),$$

$$Y(t) = a_1*K(t) + a_2*N(t),$$

$$I(t) = c_1*Y(t-1) + c_2*K(t-1) + c_3.$$

Начальный момент моделирования $t_0 = 1969$ год.

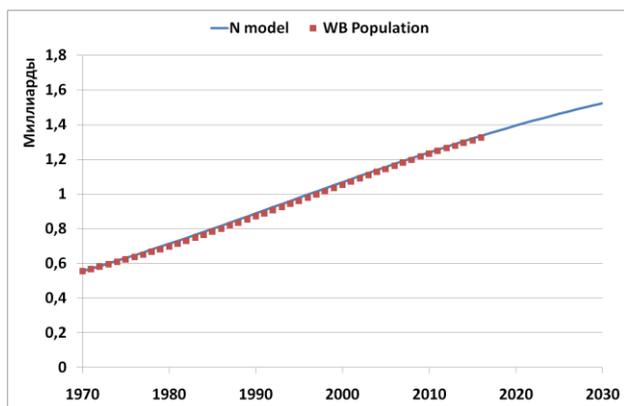


Рис. 5. Динамика численности населения, 1970-2030.

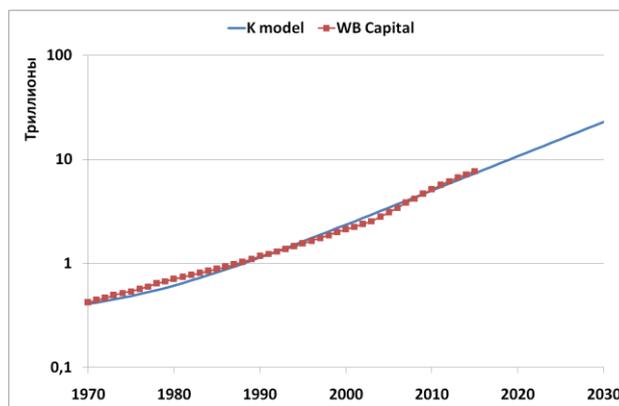


Рис. 6. Основной капитал (2010\$) (логарифмический масштаб).

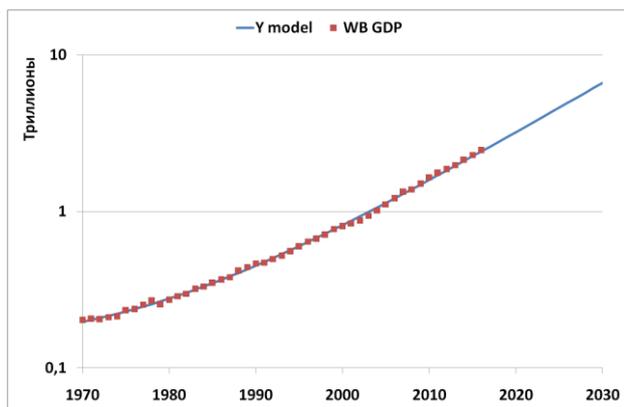


Рис. 7. Динамика ВВП (2010\$), 1970-2030 (логарифмический масштаб).

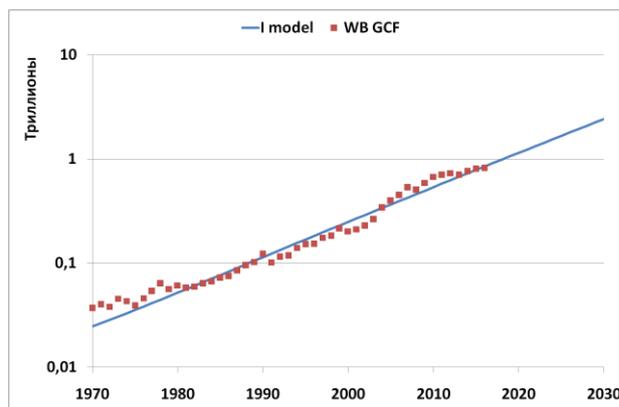


Рис. 8. Валовое накопление (2010\$), 1970-2030 (логарифмический масштаб).

Краткие выводы:

- 1) Динамика основных макроэкономических показателей Индии носит экспоненциальный либо сверхэкспоненциальный характер с 1970 по 2015 гг.
- 2) Демографическая динамика показывает отрицательные темпы роста, что в будущем окажет влияние на экономическую модель.

Макромодель ЮАР

Уравнения модели:

$$N(t) = N(t-1)*(1-d_1-d_2*N(t-1)),$$

$$K(t) = I(t) + (1-b)*K(t-1),$$

$$Y(t) = a_1*K(t) + a_2*N(t) + a_3,$$

$$I(t) = c_1*Y(t-1) + c_2*K(t-1),$$

$t_0 = 1969$ год – начальный момент моделирования.

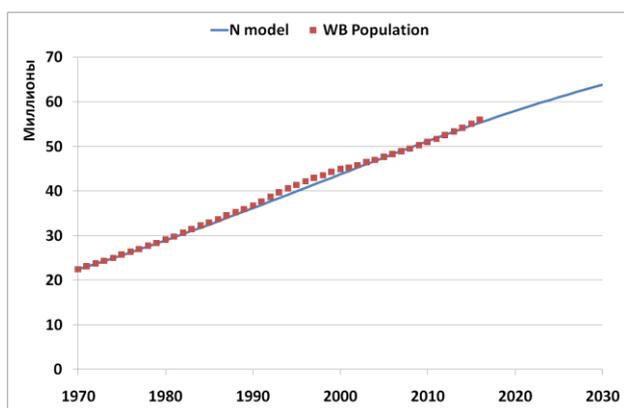


Рис. 9. Численность населения, 1970-2030.

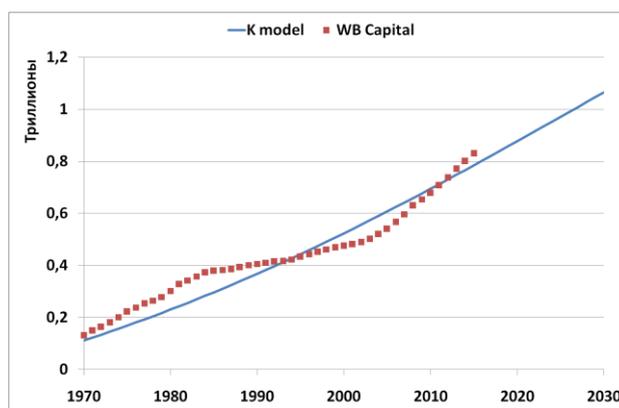


Рис. 10. Основной капитал (2010\$), 1970-2030.

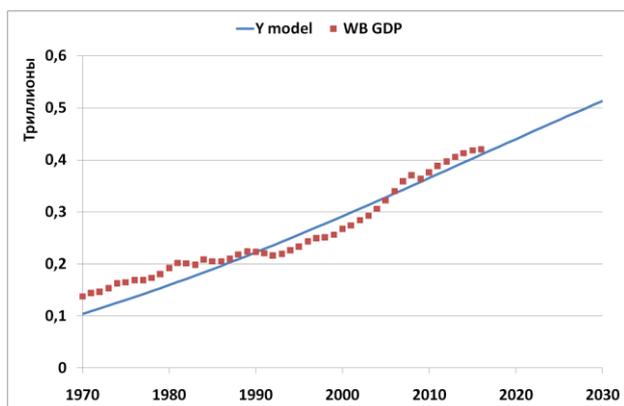


Рис. 11. Динамика ВВП (2010\$), 1970-2030.

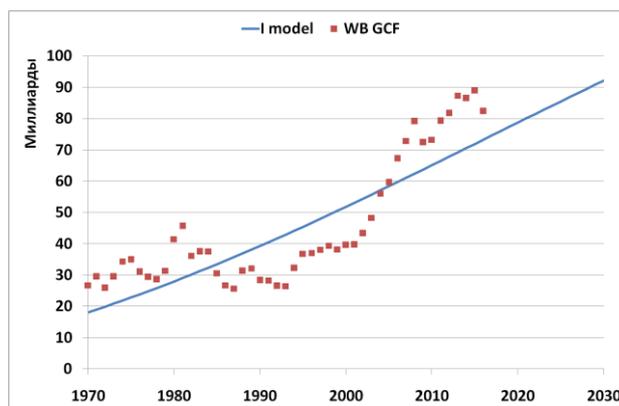


Рис. 12. Валовое накопление (2010\$), 1970-2030.

Краткие выводы:

- 1) Динамика основных макроэкономических показателей ЮАР в среднем носит линейный характер с 1970 по 2015.
- 2) При этом имеют место ярко выраженные колебания.
- 3) Демографическая динамика показывает отрицательные темпы роста.

Макромодель Китая

Уравнения модели:

$$N(t) = N(t-1)*(1-d_1-d_2*N(t-1)),$$

$$K(t) = I(t) + (1-b)*K(t-1),$$

$$Y(t) = a_1*K(t) + a_2*N(t),$$

$$I(t) = c_1*Y(t-1) + c_2*K(t-1).$$

Начальный момент моделирования $t_0 = 1989$ год.

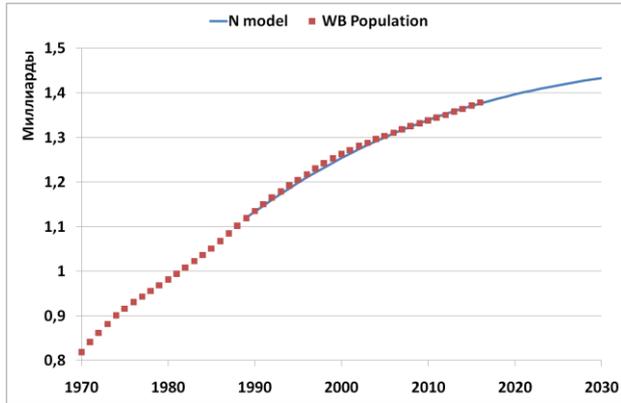


Рис. 13. Численность населения, 1970-2030.

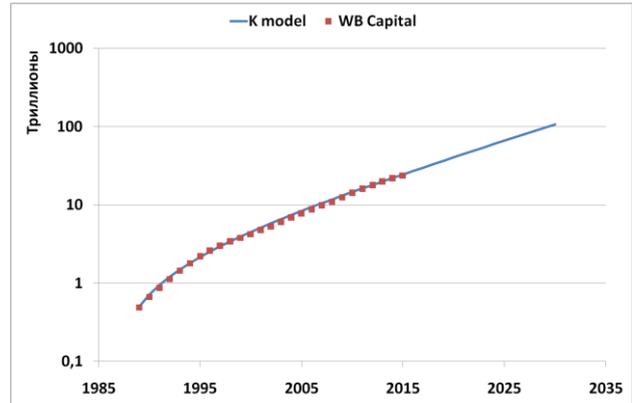


Рис. 14. Основной капитал (2010\$), 1990-2030 (логарифмический масштаб).

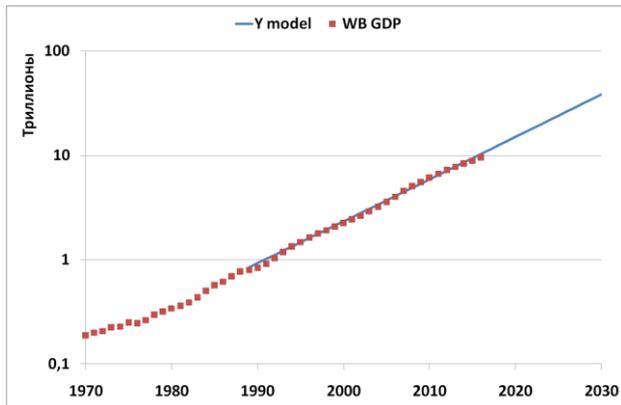


Рис. 15. Динамика ВВП (2010\$), 1970-2030 (логарифмический масштаб).

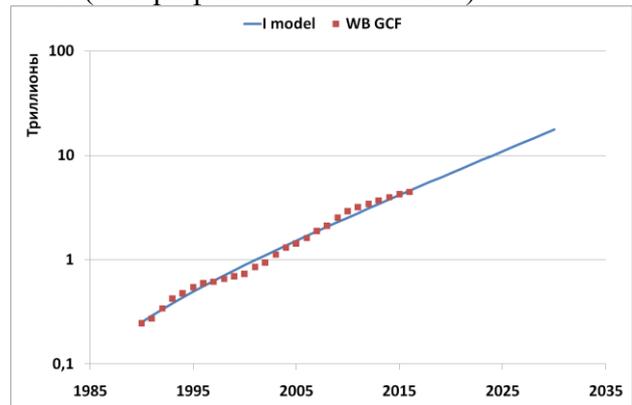


Рис. 16. Валовое накопление (2010\$), 1990-2030 (логарифмический масштаб).

Краткие выводы:

- 1) Динамика основных макроэкономических показателей Китая носит экспоненциальный характер с 1990 по 2015.
- 2) Демографическая динамика показывает отрицательные темпы роста.

Макромодель России

Уравнения модели:

$$N(t) = N(t-1)*(1-d_1),$$

$$K(t) = I(t) + (1-b)*K(t-1),$$

$$Y(t) = a_1 * K(t) + a_2 * N(t),$$

$$I(t) = c_1 * Y(t-1) + c_2 * K(t-1).$$

Начальный момент моделирования $t_0 = 1989$ год.

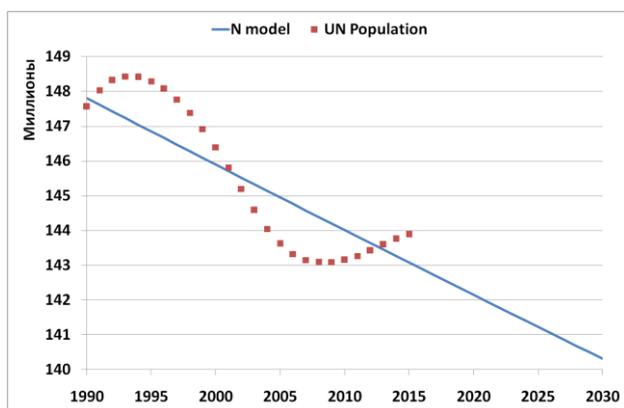


Рис. 17. Динамика численности населения, 1990-2030.

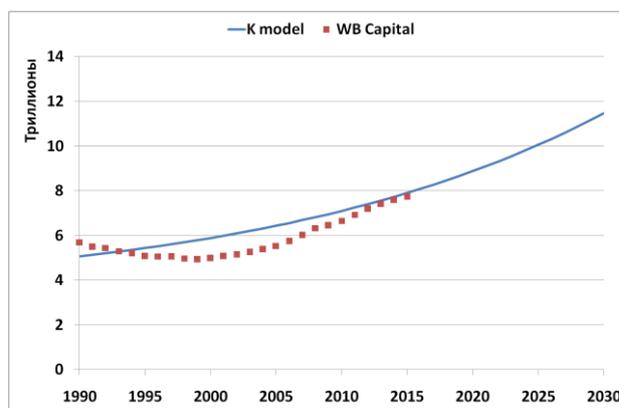


Рис. 18. Основной капитал, 1990-2030.

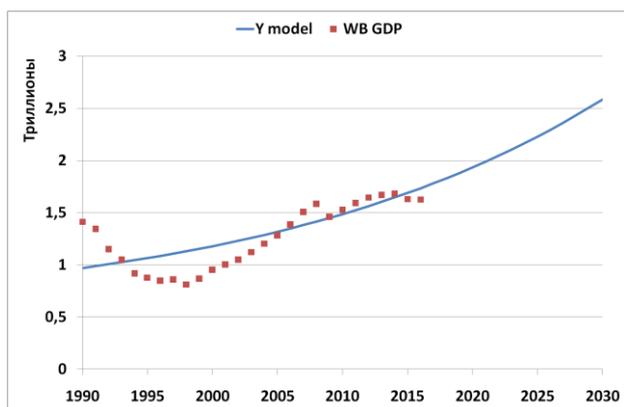


Рис. 19. Динамика ВВП (2010\$), 1990-2030.

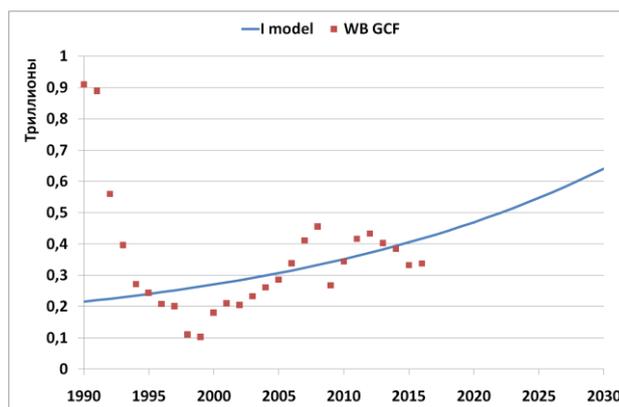


Рис. 20. Валовое накопление, 1990-2030.

Краткие выводы по результатам моделирования:

- 1) Динамика основных макроэкономических показателей России в среднем имеет нелинейный волновой характер.
- 2) В разработанной модели все уравнения линейны.
- 3) Демографическая динамика в среднем показывает отрицательный прирост.

Выводы по разделу.

1. Построены автономные регрессионные макромоделли стран БРИКС.
2. Уравнения для макроэкономических агрегатов квазилинейные.
3. Проведенные расчеты показывают, что модели удовлетворительно описывают динамику монотонно меняющихся показателей (экономическое развитие без кризисов).

4. Для описания колебаний и волн требуются другие, возможно неререгрессионные, модели.

ТОРГОВАЯ МОДЕЛЬ СТРАН БРИКС

Предварительные замечания. Гипотезы и уравнения

Разработка автономных моделей других стран БРИКС мало что даст без учета их взаимодействия, поскольку в этом случае за кадром остается вопрос, как влияет демографическая и макроэкономическая динамика одной страны на динамику других стран. Далее в этой части раздела частично воспроизведена логика исследования, описанная в работе [2].

В качестве основного экономического взаимодействия рассматривается внешняя торговля между странами. Отказ от автономности и экзогенности приводит к необходимости введения страны, точнее говоря, территории «Внешний мир». Можно выделить следующие особенности модели:

- 1) разрабатываемая модель относится к классу макроэкономических одноподуктовых моделей;
- 2) модель описывает перераспределение валовой продукции;
- 3) торговля описывается двусторонними потоками экспорта;
- 4) демографические показатели рассчитываются отдельно по другой модели (демография – основа экономики);
- 5) идея блочного метода: сначала создать независимую модель торговли, затем связать с автономной моделью страны.

В своей основе методика построения математической модели та же, что и описанная в предыдущем разделе. Макроэкономические агрегаты те же, что и в автономной модели отдельной страны, с добавлением торговых потоков.

Связь между торговыми и другими макроэкономическими агрегатами предполагается заданной посредством балансового уравнения, определяющего валовой внутренний продукт по методу конечного использования в системе национальных счетов (СНС):

$$Y_a = C_a + I_a + E_a - M_a. \quad (1)$$

Здесь a – индекс, указывающий на страну или группы стран, Y_a – ВВП страны или группы стран, C_a – конечное потребление, I_a – валовое накопление, E_a – экспорт товаров и услуг, M_a – импорт товаров и услуг. Разницу между экспортом и импортом будем называть внешнеторговым сальдо или чистым экспортом. Все величины в (1) – потоки, а не запасы, определяются за определенный интервал времени, например год. ВВП и валовое накопление можно рассчитать по автономной модели, экспорт и импорт – по торговой модели, остается конечное потребление, которое можно определить либо непосредственно из соот-

ношения (1), либо из дополнительного уравнения; в первом случае (1) выступает средством расчета, во втором – способом балансировки.

Были использованы следующие источники и базы данных [6, 7, 8, 9]: а) UNCTAD database, б) UN Statistics Division database (Economic Statistics), в) BRICS statistics yearbooks, г) World Bank database (World Development Indicators).

Двусторонние потоки в UNCTAD database содержат информацию о торговле товарами (merchandise) *без услуг* за 1995-2015 гг. В качестве характеристики товарного потока используется экспорт в постоянных долларах 2010 года. Пересчет производился с использованием данных об инфляции всего экспорта. Дополнительные показатели (ВВП в долларах 2010 года) взяты из статистики Всемирного банка.

На рисунках 21-29 приведены временные графики основных макроэкономических и торговых показателей стран БРИКС по отдельности и всех вместе.

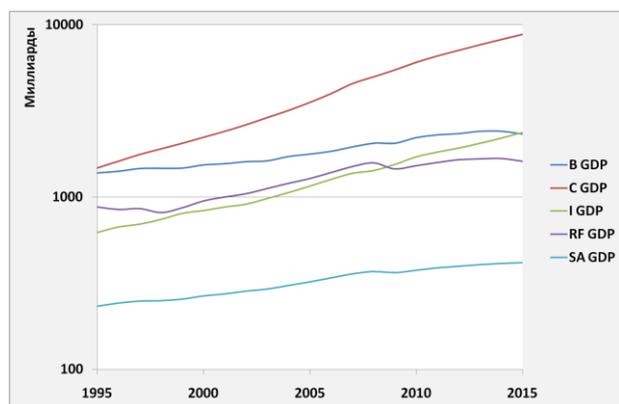


Рис. 21. ВВП стран БРИКС (доллары 2010 г.), 1995-2015 (логарифмический масштаб).

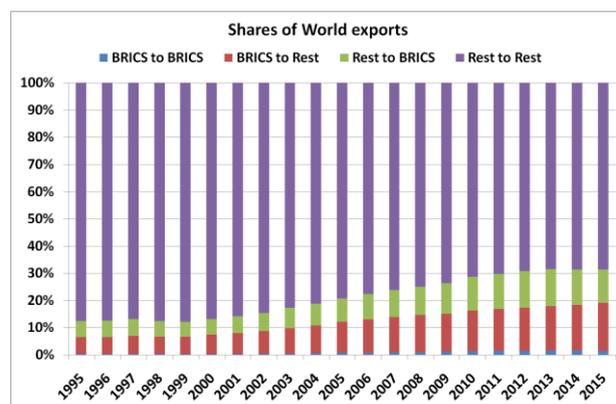


Рис. 22. Доля БРИКС в мировой торговле. Общая торговля к 2015 г. составляет примерно 30%, внутренняя торговля – около 1-2%.

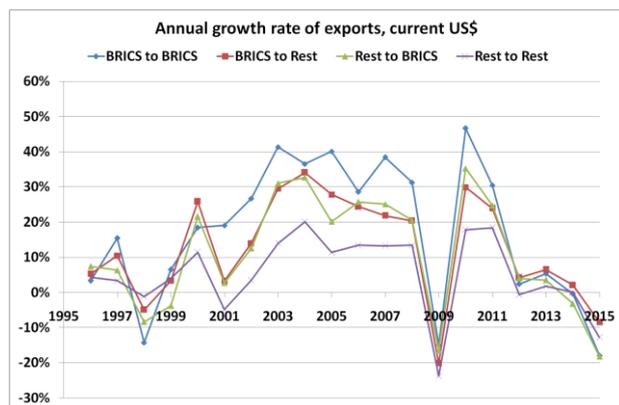


Рис. 23. Ежегодные темпы прироста торговли БРИКС и остального мира в текущих долларах.

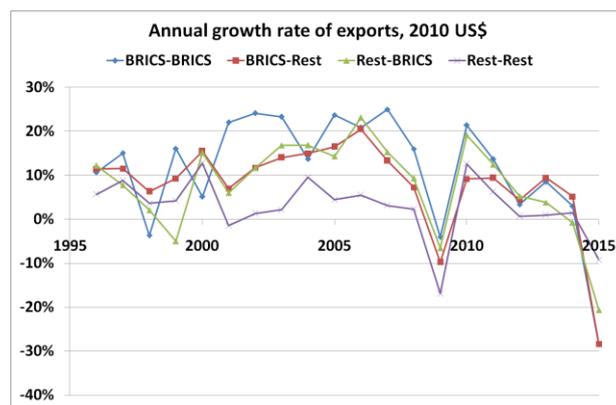


Рис. 24. Ежегодные темпы прироста торговли БРИКС и остального мира в постоянных долларах 2010 года.

Рисунок 21 демонстрирует сравнительную динамику ВВП в постоянных долларах 2010 года за 1995-2015 гг., для удобства чтения графики приведены в логарифмическом масштабе, что, помимо прочего, позволяет оценить темпы

прироста каждой экономики БРИКС. Обращают на себя внимание высокие темпы роста ВВП Китая (в 6 раз за 20 лет) и Индии (почти в 4 раза за тот же срок). Остальные экономики росли медленнее, показав примерно одинаковые результаты (1,7-1,9 раза).

Рисунки 22-24 показывают динамику сравнительной доли БРИКС в мировой торговле посредством четырех потоков: "БРИКС–БРИКС" (объем внутренней торговли), "БРИКС–Остальной мир" (суммарный внешний экспорт БРИКС), "Остальной мир–БРИКС" (внешний импорт БРИКС), "Остальной мир–Остальной мир" (объем мировой торговли без БРИКС). На рис. 22 приведены эти потоки в долях, нормированные на их общую сумму, то есть объем мировой торговли в целом; как видно, доля мировой торговли без БРИКС сократилась примерно с 88% до 68%, что соответствует росту общей торговли БРИКС с 12% до 32%. На рис. 23 и 24 показаны ежегодные темпы прироста всех четырех потоков, на рис. 23 темпы рассчитаны относительно текущих долларов, на рис. 24 – относительно постоянных долларов 2010 года. Заметны резкие провалы в 2009 и 2015 гг., что отражает случившиеся в эти годы кризисы.

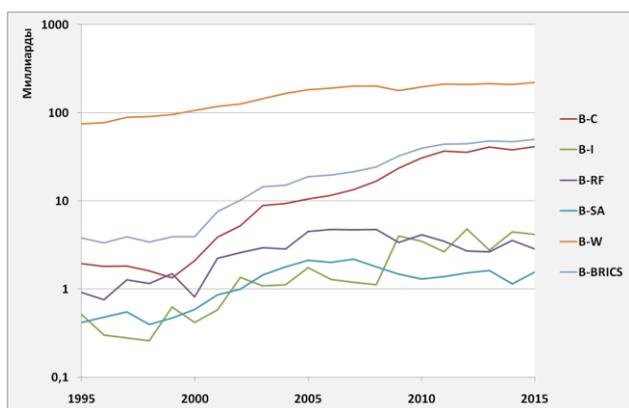


Рис. 25. Товарный экспорт Бразилии, 1995-2015 (логарифмический масштаб).

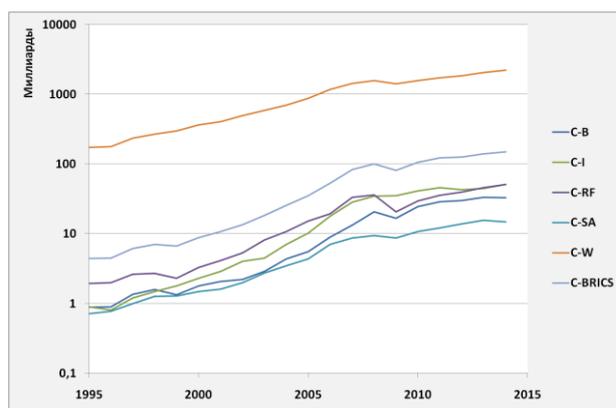


Рис. 26. Товарный экспорт Китая, 1995-2015.

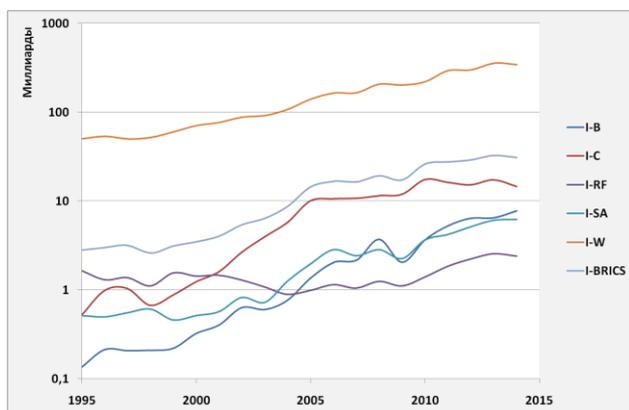


Рис. 27. Товарный экспорт Индии, 1995-2015.

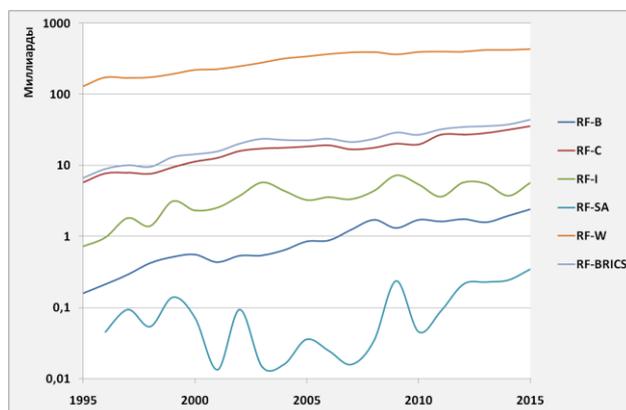


Рис. 28. Товарный экспорт России, 1995-2015.

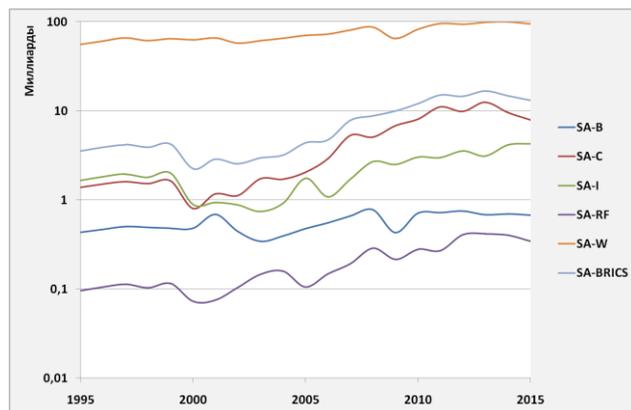


Рис. 29. Товарный экспорт ЮАР, 1995-2015.

Рисунки 25-29 демонстрируют динамику объемов товарного экспорта в постоянных долларах 2010 года: каждой страны БРИКС во все другие страны БРИКС (4 потока), суммарный экспорт в страны БРИКС и общий экспорт во все страны мира. Все графики приведены в логарифмическом масштабе.

Анализ рисунков 25-29 позволяет сделать следующие выводы.

- 1) Мировой экспорт Бразилии растет, но все более медленными темпами.
- 2) Внутри стран БРИКС бразильский экспорт растет только в Китай; в остальные страны экспорт стагнирует либо с 2005 г. (Россия, ЮАР), либо с 2010 г. (Индия).
- 3) Отсутствие тренда означает, что такой торговый поток можно считать константой.
- 4) Наблюдается устойчивый рост объемов товарного экспорта Китая во все страны БРИКС, а также во все страны мира в целом (мировой экспорт).
- 5) Мировой экспорт Индии устойчиво растет, темпы примерно постоянны.
- 6) Экспорт Индии в Китай носит скачкообразный характер в 2005-2015 гг.; экспорт в Россию до 2005 г. падает, после – растет; в целом тренд не прослеживается; Экспорт в Бразилию и ЮАР устойчиво растет.
- 7) Мировой экспорт России растет, но все более медленными темпами.
- 8) Внутри стран БРИКС имеет место положительный тренд экспорта России в Китай и Бразилию; российский экспорт в Индию стагнирует с 2005 г., экспорт в ЮАР в целом тренда не имеет.
- 9) Торговые потоки России носят ярко выраженный волнообразный характер (цикл ~ 3-5 лет).
- 10) Мировой экспорт ЮАР имеет в целом положительный тренд.
- 11) Для экспорта в Китай, Индию, Россию наблюдается провал около 2000 г., после – положительный тренд, заканчивающийся в 2012-2013 гг. (для России и Китая); экспорт в Индию ведет себя аналогич-

но, но со сдвигом на несколько лет; экспорт в Бразилию не имеет сильно выраженного тренда, наблюдаются волны.

Исходная модель и ее модификации

Как описано в работе [2], исходным уравнением, описывающим двусторонний торговый (экспортный) поток, является уравнение регрессии:

$$\ln E_{kj} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_k + \alpha_2 \ln Y_j . \quad (2)$$

Здесь E_{kj} – торговый поток (экспорт) из страны k в страну j , Y_k , Y_j – ВВП стран k и j соответственно, α_0 , α_1 , α_2 – параметры регрессии (положительные константы).

Далее в той же работе было проведено исследование уравнения (2) на соответствие эмпирическим данным, при этом оказалось, что:

- а) большинство регрессионных моделей имеют довольно большую объясняющую силу (значение коэффициента детерминации выше 0,8);
- б) многие коэффициенты регрессии незначимы, что косвенно указывает на мультиколлинеарность исследуемых величин.

Таким образом, был сделан вывод о том, что модель нуждается в доработке. Было предложено три варианта модификации модели.

Вариант 1. Одна из степеней α_1 , α_2 равна единице.

Уравнение регрессии имеет один из следующих видов:

$$\ln \frac{E_{kj}}{Y_k} = \alpha_0 + \alpha_2 \ln Y_j , \quad (3)$$

$$\ln \frac{E_{kj}}{Y_j} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_k . \quad (4)$$

Уравнение (3) описывает долю товарного экспорта в ВВП страны-экспортера от ВВП партнера (экспортная функция). Уравнение (4) описывает долю товарного импорта в ВВП страны от ВВП партнера (импортная функция).

Вариант 2. Обе степени одинаковы: $\alpha_1 = \alpha_2$, что можно трактовать как симметричность влияния объема ВВП обеих стран на двустороннюю торговлю.

Уравнение регрессии таково:

$$\ln E_{kj} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(Y_k Y_j) . \quad (5)$$

Вариант 3. Упростить модель, избавившись от коэффициента α_0 . Этой цели отвечает переход от самих величин к их отношениям или разностям их логарифмов либо а) по отношению к базовому году, либо б) в последовательные моменты времени. Уравнения для случаев а и б, соответственно, таковы:

$$\ln \frac{E_{kj}(t)}{E_{kj}(t-1)} = \alpha_1 \ln \frac{Y_k(t)}{Y_k(t-1)} + \alpha_2 \ln \frac{Y_j(t)}{Y_j(t-1)}, \quad (6)$$

$$\ln \frac{E_{kj}(t)}{E_{kj}(t_0)} = \alpha_1 \ln \frac{Y_k(t)}{Y_k(t_0)} + \alpha_2 \ln \frac{Y_j(t)}{Y_j(t_0)}. \quad (7)$$

В работе [2] был поставлен вопрос о необходимости исследования этих трех вариантов модификации, но само исследование не проводилось, в настоящей работе этот пробел восполнен.

Результаты исследования показали следующее:

- 1) варианты 1 и 2 дают в целом лучшую модель, в сравнении с исходной;
- 2) вариант 3 ничего не дал;
- 3) вариант 1а (экспортная функция) показал **большую** зависимость потока от экспортера, чем партнера;
- 4) вариант 2 дал наиболее удобные для интерпретации результаты.

Результаты расчетов

Итак, вариант 2 позволил лучше описать эмпирические данные, чем другие варианты. Далее приведены результаты расчетов по уравнению (5). Сначала общие замечания.

1. Низкое качество регрессии (коэффициент детерминации от 0,1 до 0,6) оказалось в семи моделях, описывающих следующие потоки: B-RF, B-SA, I-RF, RF-I, RF-SA, SA-B, SA-I. Самые низкие значения коэффициента детерминации в моделях I-RF, RF-SA.
2. Степени во всех уравнениях оказались положительными.

Ниже на рисунках 30-49 приведены графики исходных данных и рассчитанных по модели величин (при этом использованы прогнозные значения ВВП из автономной модели). Рис. 30-33 показывают товарный экспорт Бразилии, рис. 34-37 – экспорт Китая, рис. 38-41 – Индии, рис. 42-45 – России, рис. 46-49 – ЮАР. Все графики даются в логарифмическом масштабе.

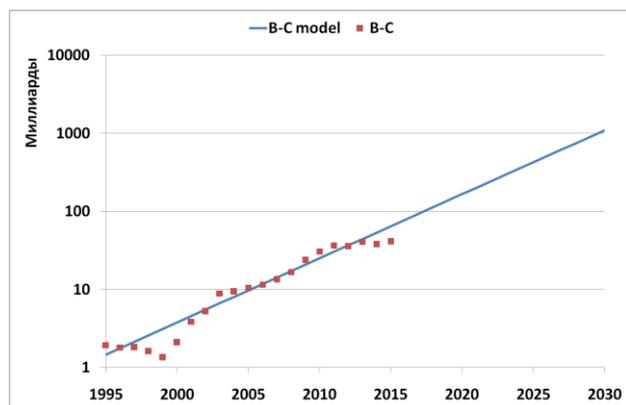


Рис. 30. Экспорт Бразилии в Китай.

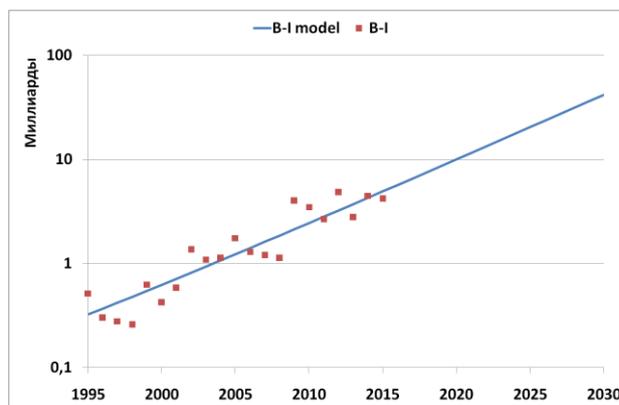


Рис. 31. Экспорт Бразилии в Индию.

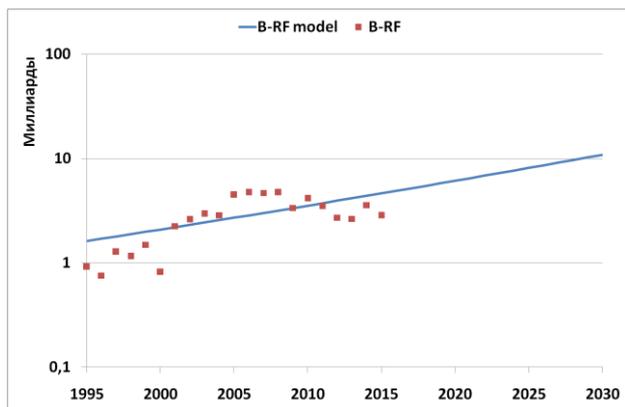


Рис. 32. Экспорт Бразилии в Россию.

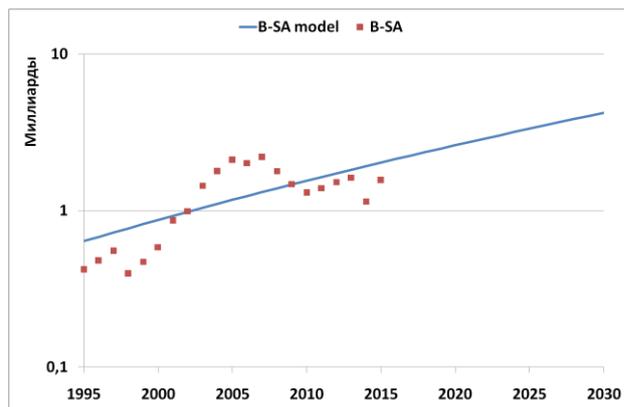


Рис. 33. Экспорт Бразилии в ЮАР.

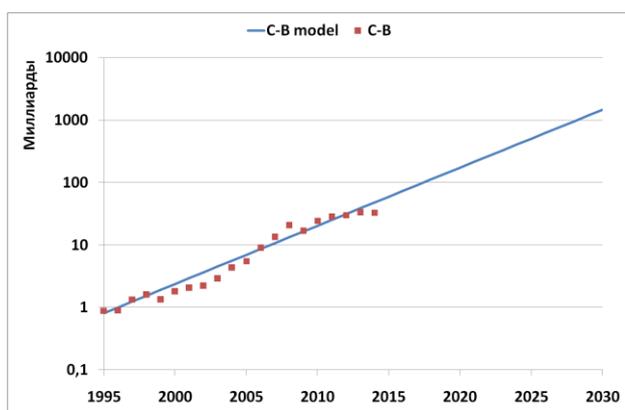


Рис. 34. Экспорт Китая в Бразилию.

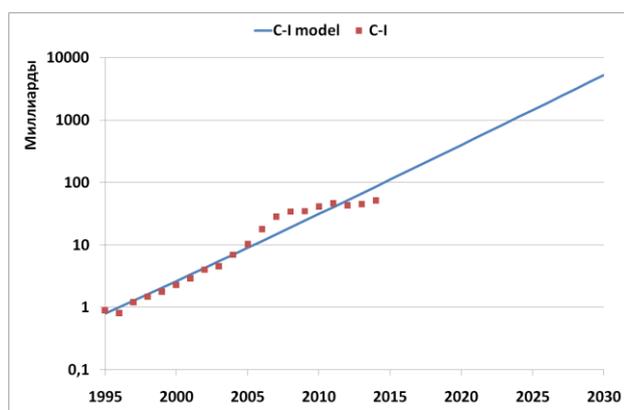


Рис. 35. Экспорт Китая в Индию.

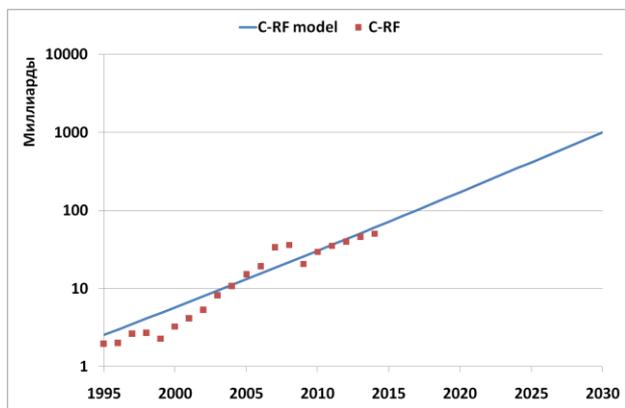


Рис. 36. Экспорт Китая в Россию.

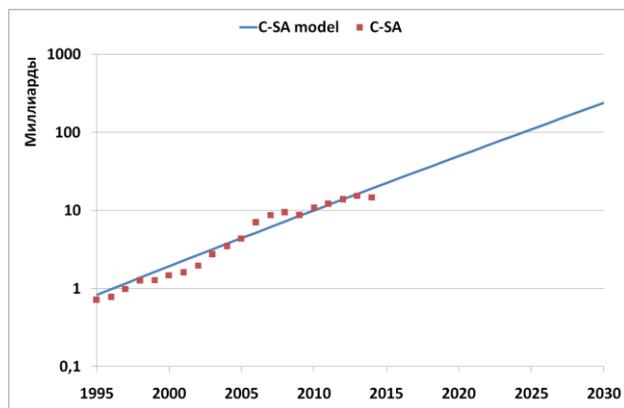


Рис. 37. Экспорт Китая в ЮАР.

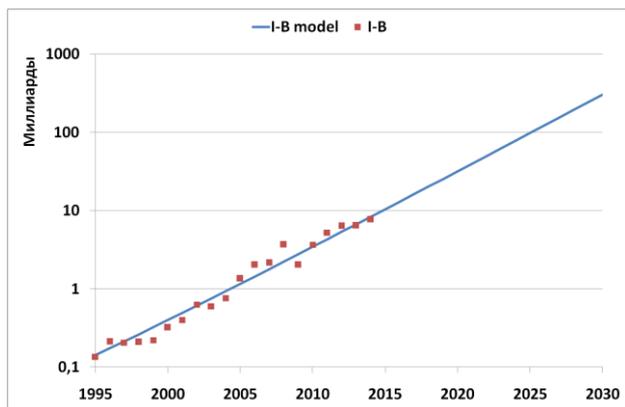


Рис. 38. Экспорт Индии в Бразилию.

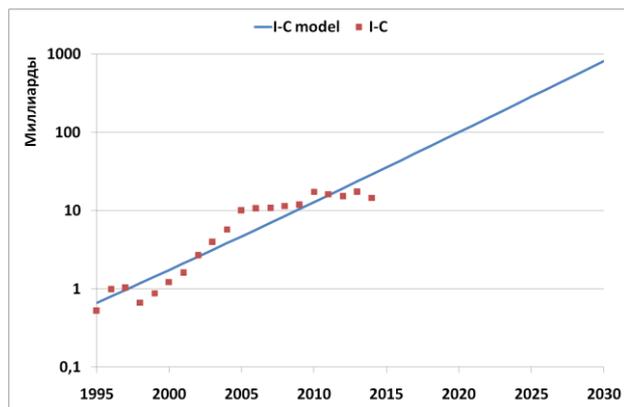


Рис. 39. Экспорт Индии в Китай.

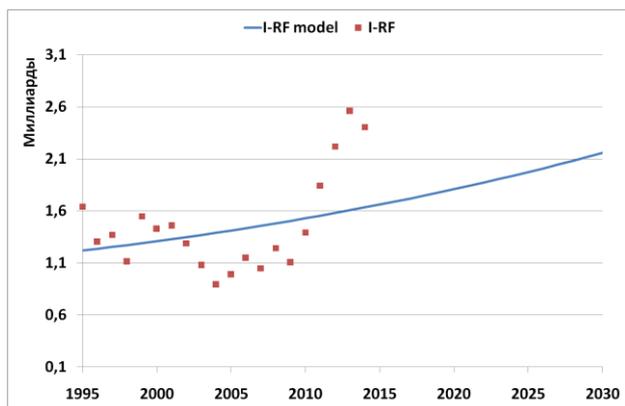


Рис. 40. Экспорт Индии в Россию. Наблюдается высокий разброс вокруг линии регрессии.

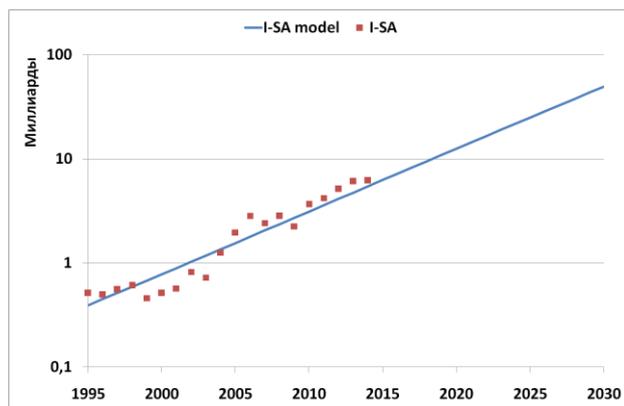


Рис. 41. Экспорт Индии в ЮАР.

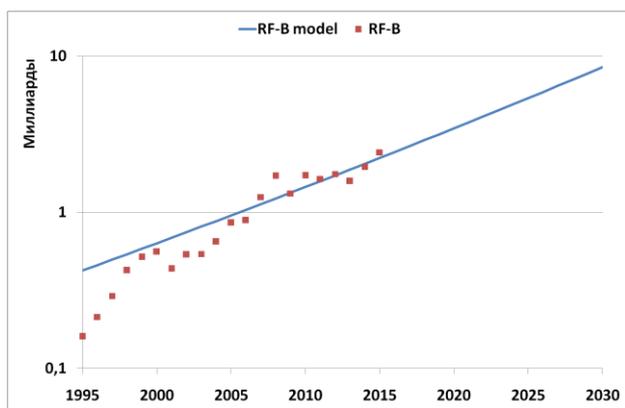


Рис. 42. Экспорт России в Бразилию.

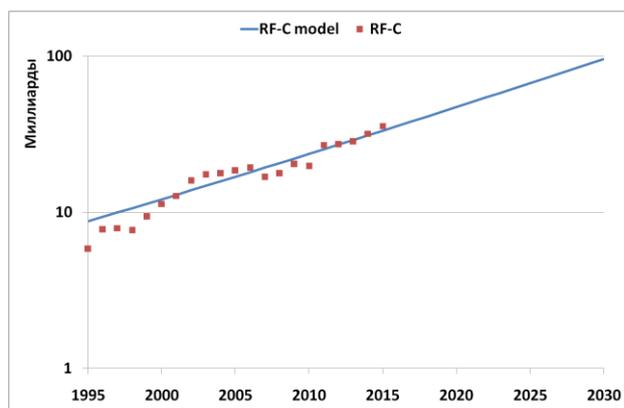


Рис. 43. Экспорт России в Китай.

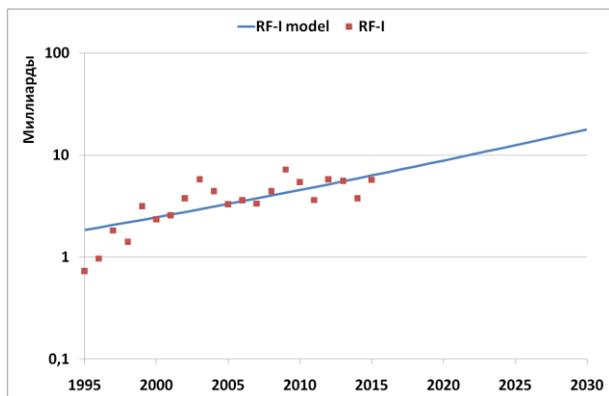


Рис. 44. Экспорт России в Индию.

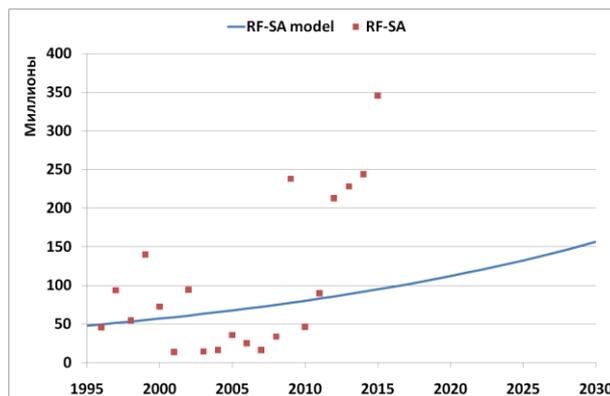


Рис. 45. Экспорт России в ЮАР. Высокий разброс данных свидетельствует о низком качестве регрессии.

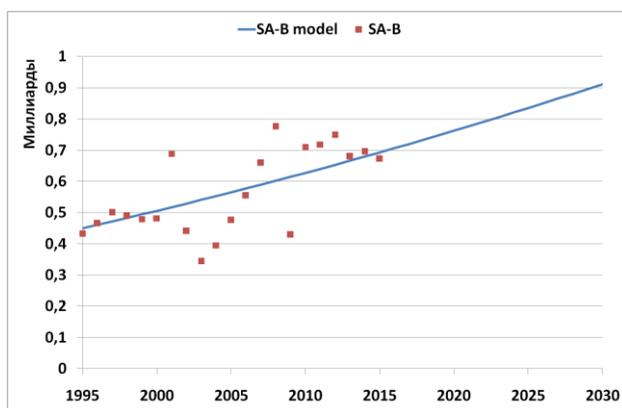


Рис. 46. Экспорт ЮАР в Бразилию.

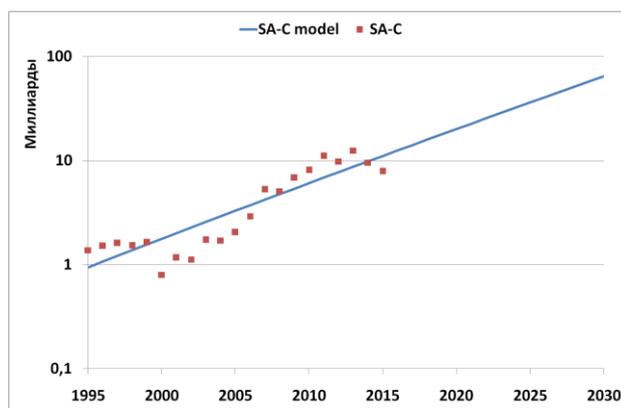


Рис. 47. Экспорт ЮАР в Китай.

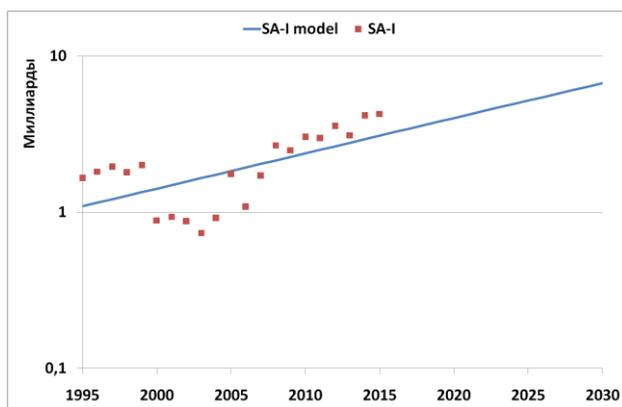


Рис. 48. Экспорт ЮАР в Индию.

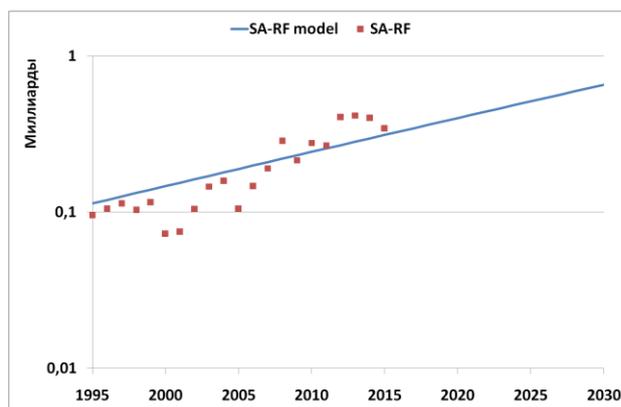


Рис. 49. Экспорт ЮАР в Россию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение подведем итоги и наметим планы будущих исследований.

1. Построены автономные регрессионные макромоделли стран БРИКС.
2. Уравнения для макроэкономических агрегатов квазилинейные.

3. Проведенные расчеты показывают, что модели удовлетворительно описывают динамику монотонно меняющихся показателей (экономическое развитие без кризисов).
4. Продолжена разработка модели торговли между странами БРИКС.
5. Проведенные исследования позволили выбрать лучший вариант модификации исходной модели.
6. Результаты расчетов по модифицированной модели убеждают в корректности регрессионного подхода для описания большинства двусторонних торговых потоков.

Планы будущих исследований:

- 1) объединить торговую модель с автономными макромоделями стран БРИКС, разработав общую модель;
- 2) применить данный подход к другим регионам и группам стран.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Махов С.А.* Математическая макро модель Китая как основа долгосрочного прогноза // Материалы международной междисциплинарной научной конференции с элементами научной школы для молодёжи «Десятые Юбилейные Курдюмовские чтения. Синергетика в общественных и естественных науках». – Тверь: Тверской государственный университет, 2015. Часть 2. С. 115-117.

2. *Махов С.А.* Динамическая модель внешней торговли стран БРИКС // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2016. № 128. 16 с.

3. *Махов С.А.* Долгосрочная макро модель мировой динамики на основе эмпирических данных // Компьютерные исследования и моделирование. – Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, 2013. Т. 5, №5. С.883-891.

4. *Дубовский С.В.* Прогнозирование российского экономического роста и финансовой динамики в условиях глобализации и нестабильности // Общественные науки и современность. – М.: Наука, 2005, №3. С. 129-136.

5. *Дубовский С.В.* Моделирование циклов Кондратьева и прогнозирование кризисов // Кондратьевские волны: аспекты и перспективы / Отв. ред. А.А. Акаев, Р.С. Гринберг, Л.Е. Гринин, А.В. Коротаев, С.Ю. Малков. – Волгоград: Учитель, 2012. С. 179-188.

6. UN Statistic Division. National accounts main aggregates database. 2016. URL: <http://unstats.un.org/unsd/snaama/dnllist.asp>.

7. World Bank. World development indicators online. 2016. URL: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.

8. UNCTADstat Data Center online. 2016. URL: http://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx?sCS_ChosenLang=en.

9. БРИКС. Совместная статистическая публикация. 2015; Бразилия, Россия, Индия, Китай, ЮАР/ Росстат. – М.: ИИЦ «Статистика России», 2015. – 235 с.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
АВТОНОМНЫЕ МАКРОМОДЕЛИ СТРАН БРИКС	4
Макромодель Бразилии	4
Макромодель Индии	5
Макромодель ЮАР	6
Макромодель Китая	7
Макромодель России	8
ТОРГОВАЯ МОДЕЛЬ СТРАН БРИКС	10
Предварительные замечания. Гипотезы и уравнения	10
Исходная модель и ее модификации	14
Результаты расчетов	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	18
ЛИТЕРАТУРА	19