

УДК 330.36.01

ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОБЩЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Д.А. Изотов

Изотов Дмитрий Александрович – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник. Институт экономических исследований ДВО РАН, ул. Тихоокеанская, 153, Хабаровск, Россия, 680042. E-mail: izotov@ecrin.ru.

В статье рассмотрены возможности и ограничения эмпирических моделей общего экономического равновесия, произведена их классификация. Модели вычислимого общего равновесия разделены на две группы: первая группа основана на модели равновесных цен (подход Г. Скарфа), вторая – на мультиотраслевой модели экономического роста (подход Л. Йохансена). Модели динамического стохастического общего равновесия также разделены на две группы: первая группа основана на модели реального бизнес-цикла (подход Ф. Кидланда и Э. Прескотта), вторая – на модели различного поведения фирм в условиях монополистической конкуренции (подход Дж. Ротемберга и М. Вудфорда). В рамках каждой группы произведено разграничение эмпирических моделей по следующим критериям: масштаб экономики, ее открытость; применение для текущих и перспективных оценок; исследуемое социально-экономическое явление.

Классификация, общее экономическое равновесие, модель прикладного общего равновесия, модель вычислимого общего равновесия, модель динамического стохастического общего равновесия, Байесовский подход, внешний шок.

DOI: 10.14530/se.2014.3.138-167

ВВЕДЕНИЕ

Гипотеза о существовании общего экономического равновесия первоначально была изложена в работе Л. Вальраса «Элементы чистой политической экономии». Чистая политическая экономия задумывалась Вальрасом как теория определения цен при гипотетическом режиме свободной конкуренции. Автор утверждал, что «...эта теория является математической, а это значит, что, хотя она и может быть изложена обычным языком, ее доказательство должно быть математическим. Она целиком опирается на теорию обмена, которая, в свою очередь, целиком выражается – при состоянии равновесия рынка – в двойном факте (центральная идея теории общего равновесия): во-первых, факте получения каждым участником обмена максимума полез-

ности, во-вторых, в факте равенства объемов спроса и предложения по каждому товару для всех участников. Только математика может дать нам условие максимума полезности» [2, с. XXI]. Эти два факта лежат в основе равновесного состояния на рынках, согласно Л. Вальрасу. Если первый факт задает равновесие как состояние каждого отдельного экономического субъекта, то второй фиксирует равновесие как состояние системы взаимодействующих субъектов в целом.

В одной из своих работ М. Блауг заметил: «...что бы мы ни думали о его (Вальраса) целях или о содержательном значении его работы, нам следует быть снисходительным к его слабостям, поскольку одна большая вещь, которую он действительно знал, а именно взаимозависимость всех цен и количеств в экономике, была, наверное, первой действительно новой значительной идеей, появившейся в экономической науке после Рикардо. ...когда мы говорим о формализме Вальраса, мы должны помнить, что сегодня почти вся экономическая наука является по духу вальрасианской» [1, с. 539].

По мере появления новых исследований, теоретические объяснения (алгоритмы) общего экономического равновесия неизбежно усложняются, вбирая в себя подходы из смежных дисциплин: теории игр, алгебры и линейного программирования. Теория общего экономического равновесия становится ведущим подходом для моделирования социально-экономических процессов. Модели общего экономического равновесия активно применяются в качестве прикладного инструмента при проведении анализа эффективности экономической политики, а также влияния различного рода экзогенных воздействий и эндогенных изменений на экономику различных уровней. Модели общего равновесия, используемые для получения количественных оценок, подразделяются на два вида: вычислимые и динамические стохастические. Особую значимость моделирование на основе общего равновесия приобретает для России в условиях нарастающей интенсивности интеграционных процессов.

Целью настоящего обзора является систематизация существующих эмпирических моделей в рамках подхода общего равновесия. В исследуемый массив вошло около 250 эмпирических исследований, охватывающих временной период 1950–2014 гг.

ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЫЧИСЛИМОГО ОБЩЕГО РАВНОВЕСИЯ

Эмпирические модели вычислимого общего равновесия предполагают использование эконометрических методов, а именно решения системы нелинейных уравнений, в результате которого возможно достичь равновесия

спроса и предложения на рынках товаров, услуг и факторов производства. Равновесие достигается путем итеративного пересчета. Осуществляется разграничение переменных на экзогенные и эндогенные. Каждая новая эндогенная переменная соотносится с ограничениями, которые могут отражать условия рыночного равновесия, далее проводится процедура подгонки или калибровка. В модели вычислимого общего равновесия могут учитываться макроэкономические механизмы (неоклассические [63], кейнсианские [76] и неокейнсианские [77]). Алгоритм модели вычислимого общего равновесия сводится к получению путем калибровки системы балансовых уравнений, описывающих связи и поведение экономических агентов.

В зависимости от типа исходной модели, эмпирические модели вычислимого общего равновесия можно разделить на две группы: первая группа основана на модели равновесных цен (подход Г. Скарфа), вторая – на мультиотраслевой модели экономического роста (подход Л. Йохансена).

Первая группа моделей вычислимого общего равновесия (табл. 1) основывается на алгоритме вычисления равновесия цен для общей экономической модели обмена, предложенном Г. Скарфом [1]. Алгоритм базируется на теореме о фиксированной точке [19; 67], теории игр [13; 17; 71] и симплекс-методе оптимизационной задачи линейного программирования [28]. Эти модели обозначаются как прикладные модели общего равновесия (Applied General Equilibrium Model) [18]. Отталкиваясь от представленного алгоритма, Г. Скарф [69], совместно с Дж. Шоувеном и Дж. Уоллей, создает на основе условных данных прикладную модель общего равновесия, состоящую из следующих агрегированных блоков: капитал на конец и начало текущего периода; квалифицированная и неквалифицированная рабочая сила; потребительские товары кратковременного и долговременного пользования.

В качестве объекта изучения первой группы моделей вычислимого общего равновесия выступает главным образом бюджетно-налоговая политика в статичной закрытой национальной экономике. Например, модель А. Харбергера [39], в которой на основе статистики США, оценивается эффект от налогообложения в условиях существования двух секторов – корпоративного и некорпоративного. Подобное исследование было осуществлено Ф. Ст-Хилайре и Дж. Уоллей [74] для Канады. Г. Скарфом [70] на примере модели закрытой экономики СССР, при прочих равных условиях, были показаны возможные выгоды и издержки перехода от плановой экономики к рынку.

В рамках первой группы моделей строятся оценки для открытой экономики с точки зрения нахождения оптимума между уровнем таможенных пошлин и бюджетными расходами. В качестве примеров можно привести:

Таблица 1

Классификация эмпирических моделей вычислимого общего равновесия

Кри- терий	Исходная модель	
	Модель равновесных цен для общей экономи- ческой модели обмена (первая группа)*	Мультиотраслевая модель экономического роста (вторая группа)**
Применение для текущих и перспективных оценок в зависимости от иерархии экономики и уровня ее открытости	<p>Текущие оценки для открытой национальной экономики Г. Джонсон (1953; США) [46]; Дж. Шоувен, Дж. Уоллей (1984; США) [72]</p> <p>Текущие оценки для закрытой национальной экономики А. Харбергер (1962; США) [39]; Ф. Ст-Хилайре, Дж. Уоллей (1983; Канада) [74]; Г. Скарф (1991; СССР) [70]</p>	<p>Текущие оценки национальной открытой экономики Л. Тейлор, С. Блек (1972; Чили) [75]; В.Л. Макаров (1999; Россия; RUSEC) [3]; Н.А. Турдыева (2006; Россия; GTAP6inGAMS) [6]; К. Кийота, Р. Штерн (2007; Республика Корея, США; «Мичиганская модель мирового производства и торговли») [48]</p> <p>Текущие оценки глобальной и субглобальной экономики И. Декруа, Ю. Валин (2007; мир; MIRAGE) [29]; Л. де Соуза (2011; ЕвразЭС; GTAP) [73]</p> <p>Перспективные оценки открытой национальной экономики Е. Янчовичина и др. (2009; Китай, Индия, Россия; DynamicGTAP) [42]</p> <p>Перспективные оценки глобальной и субглобальной экономики К. Пак, Ф. Чжай (2006; Азиатские страны; GEMAT) [60]; Ж. Форе и др. (2010; мир; MIRAGE) [36]</p>
Исследуемое социально-экономическое явление/процесс	<p>Налоговая политика А. Харбергер (1962; США) [39]; Ф. Ст-Хилайре, Дж. Уоллей (1983; Канада) [74]</p> <p>Торговая политика Г. Джонсон (1953; США) [46]; Дж. Шоувен, Дж. Уоллей (1984; США) [72].</p> <p>Анализ реформ Г. Скарф (1991; СССР) [70]</p>	<p>Средства социальной защиты и бедность С. Деварджан, Д. Гоу (2002; Замбия; 123PRSP) [30]</p> <p>Структурные реформы и краткосрочные стабилизационные меры А. Робиллиард и др. (2001; Индонезия) [64]; П. Агенор и др. (2003; мир; IMMPA) [8]</p> <p>Бюджетно-налоговая политика С. Пальцев и др. (2000; Россия) [59]; Ч. Ли, Дж. Уоллей (2012; Китай; GTAP) [51]</p> <p>Внешнеэкономическая либерализация Н.А. Турдыева (2006; Россия; GTAP6inGAMS) [6]; К. Кийота, Р. Штерн (2007; Республика Корея, США; «Мичиганская модель мирового производства и торговли») [48]</p> <p>Технологическое развитие Ж. Форе и др. (2010; мир; MIRAGE) [36]</p> <p>Миграция рабочей силы А. Агуйар, Т. Уалмслей (2010; США; GMig2) [9]</p> <p>Экологические проблемы К. Ван и др. (2009; Китай; GTAP) [79]</p> <p>Использование земли для различных нужд У. Балдос, Т. Хертель (2012; мир; GTAP) [14]</p>

Примечания. Информация о моделях представлена следующим образом: автор (год, страна, модель). Под перспективными понимаются долгосрочные оценки.

* Г. Скарф (1967; США) [68]; ** Л. Йохансен (1974; Норвегия) [45].

Источник: составлено автором.

модель Г. Джонсона [46], в которой международная торговля между двумя странами (США и Канада) описывается при помощи двухфакторной, двух-продуктовой модели; модель Дж. Шоувена и Дж. Уоллей [72] для открытой экономики США (2 фактора; 33 продукта; торговля осуществляется с Европой, Японией и остальным миром).

Вторая группа моделей вычислимого общего равновесия основывается на алгоритме Л. Йохансена [45] с использованием таблиц «затраты – выпуск» В. Леонтьева, а также матриц социальных счетов.

Модель Л. Йохансена, включающая производственные функции Р. Солоу и функции потребительского спроса Р. Фриша, была построена для норвежской экономики и получила название мультиотраслевой модели экономического роста (Multi-Sectoral Growth Model). В данной модели производство каждого сектора представлено в виде функции Кобба – Дугласа для капитала и труда с нейтральным техническим прогрессом, а потребление включает полный набор расходов как прямых и перекрестных эластичностей цен, согласно методике Фриша. В модели насчитывается 20 секторов, 19 из которых производят продукцию для внутреннего потребления, и 1 – капитальные товары для строительства. Сельское хозяйство, рыболовство, минеральный сектор и генерация электроэнергии характеризуются убывающей отдачей от масштаба. Производство каждого сектора зависит от отечественных и импортных товаров промежуточного потребления. Основным капитал представлен фондом зданий, сооружений и оборудования, и фондом прочего капитального оборудования. В модели предполагается полная занятость и дифференцированная оплата труда между секторами. Модель насчитывала 86 эндогенных и 46 экзогенных переменных и считается первой моделью вычислимого общего равновесия (Computable General Equilibrium Model), основывающейся на системе приведенных равновесий балансов факторов, товаров, бюджетных уравнений и уравнений цен.

В вычисляемые модели общего равновесия Л. Йохансена, помимо функций Кобба – Дугласа, могут включаться функции с постоянной эластичностью замещения (CES-function), предполагающие, что, во-первых, эластичности замещения на каждом рынке являются постоянными, во-вторых, эластичность замещения между любыми двумя конкурирующими продуктами на рынке такая же, как между любой другой парой конкурирующих продуктов на том же рынке. Также, применяются функции постоянной эластичности трансформации (SET-function), являющиеся следствием функции с постоянной эластичностью замещения, в которой производственные возможности фирмы (отрасли) зависят от различных комбинаций видов производственной деятельности. Для корректного описания торговых взаимосвязей между странами, в эмпирических моделях, выполненных в рам-

ках подхода Л. Йохансена, экзогенно задаются эластичности замещения по П. Армингтону [12], предполагающие качественную дифференциацию торгуемых товаров в рамках одного и того же кода или товарной группы.

Мультиотраслевая модель экономического роста Л. Йохансена была успешно адаптирована для моделирования австралийской экономики (модель ORANI) [41], что легло в основу статистической базы данных по странам мира в рамках Проекта по анализу глобальной торговли (Global trade analysis project – GTAP) [37]. Общее экономическое равновесие рассчитывается при помощи специализированных прикладных пакетов¹. Наиболее известными модельными комплексами, используемыми для получения таких оценок, являются «Мичиганская модель мирового производства и торговли», модели проекта GTAP (MyGTAP, GTAP6inGAMS, GMig2, DynamicGTAP и др.) [57; 78], модель Французского центра изучения международной экономики (CEPII) – MIRAGE [15] и Всемирного Банка (IMMPA, 123PRSP), позволяющие получать различные количественные оценки для больших и малых стран; для глобального, субглобального, национального и регионального уровней; для развитых, развивающихся и транзитных экономик. Источниками информации могут служить статистика GTAP [44], CEPII, Oxford Economics, МВФ, ООН, ПАСА [24], а также статистические данные, самостоятельно собранные на микроуровне [64].

Эмпирические модели второй группы по сравнению с моделями первой группы, являются наиболее многочисленными и применяются для оценки поведения открытой экономики глобального, субглобального и национального уровней (см. табл. 1).

Среди примеров, оценивающих *текущее состояние национальной открытой экономики*, необходимо отметить эмпирическую модель Л. Тейлора и С. Блека [75] для оценки либерализации внешнеэкономической деятельности на примере 35 секторов экономики Чили, с включением в модель эластичностей изменения валютного курса и рассмотрением труда как единственного изменяющегося фактора производства. Продолжительное время в рамках «Мичиганской модели мирового производства и торговли» [48] осуществляются оценки функционирования экономики США по 27 секторам.

Построением вычислимых моделей для текущих оценок развития экономики России занимаются в ЦЭМИ РАН. В конце 1990-х гг. В.Л. Макаровым была построена первая в России вычислимая модель общего равновесия – RUSEC [3] (Russian economy), представляющая собой модель российской

¹ К числу наиболее известных пакетов относятся GAMS (General Algebraic Modeling System), GEMPACK (General Equilibrium Modelling PACKage) и MPSGE (Mathematical Programming System for General Equilibrium analysis). См., напр.: [53].

экономики, оперирующую основными макроэкономическими показателями по секторам экономики. Полученные показатели генерируются в результате действий достаточно большого числа экономических агентов. Общее количество рынков равно 47, а товары на них торгуются по государственным, теневым и рыночным ценам.

Среди эмпирических моделей, на основе которых оценивается *текущее состояние глобальной и субглобальной экономики* необходимо отметить модель Всемирного Банка [73], использующую статистическую базу данных ГТАР, для анализа последствий создания зоны свободной торговли России со странами Евразийского экономического союза (Беларусь, Казахстан) по 15 секторам экономики. Было обнаружено, что зона свободной торговли в рамках Евразийского экономического союза вызывает слабый эффект создания торговли между странами и может привести к сокращению ВВП России и Беларуси при незначительном росте казахской экономики.

Модель MIRAGE [29] на основе данных ГТАР и статистики ФАО позволяет осуществлять текущие оценки в контексте международной торговли сельскохозяйственными продуктами как в рамках глобального (Уругвайский раунд ВТО), так и в рамках субглобального масштаба (НАФТА, ЕС и др.).

Перспективные оценки развития национальной экономики в рамках второй группы эмпирических моделей вычислимого общего равновесия, строятся главным образом при помощи модельного комплекса DynamicGТАР [78] до 2050 г. Наделение динамическими свойствами вычисляемых моделей общего равновесия становится возможным за счет включения в модели межвременных процессов оптимизации. Результатом решения этих моделей являются равновесные траектории или периоды, которые являются шагом итерации, как и в статичной вычисляемой модели общего равновесия. Например, Е. Янчовичиной, М. Иваничем и У. Мартином было оценено воздействие быстрорастущих экономик Китая и Индии на экономику стран-поставщиков нефти: России [42], стран Ближнего Востока и северной Африки [43] с применением модифицированной эластичности замещения Армингтона. На основе DynamicGТАР Е. Янчовичиной и др. было спрогнозировано (до 2050 г.) усиление «голландской болезни» в странах-поставщиках нефти за счет увеличения экспорта разнообразных товаров из Китая и Индии.

Перспективные оценки глобальной и субглобальной экономики осуществляются как на основе статистических данных ГТАР, так и на основе данных из прочих источников. Например, на основе базы данных ГТАР построена динамическая модель общего равновесия для азиатской торговли (GEMAT) [60] с горизонтом предсказания до 2015 г. Модель прогнозирует спрос на основные сырьевые товары на азиатском рынке в зависимости от колебания их цен на мировом рынке.

Долгосрочная модель развития глобальной экономики была разработана во Французском центре изучения международной экономики (СЕРП) [36]. Модель описывает развитие 128 экономик мира до 2050 г. (на основе данных Всемирного Банка, МВФ и ООН) по двум ключевым параметрам – энергоэффективность (описывается функцией постоянной эластичности замещения) и общая факторная производительность (функция Кобба – Дугласа для труда и капитала). В модели задается поведение реального валютного курса, который определяет рост факторной производительности национальных экономик. Данное исследование возможно рассматривать как пример оценки воздействия *технологического развития* на национальную или глобальную экономику.

По широте охвата изучения социально-экономических явлений или процессов, эмпирические модели вычислимого общего равновесия второй группы, значительно превосходят модели относящиеся к первой группе.

Основная масса эмпирических моделей второй группы направлена на оценку эффектов *внешнеэкономической либерализации*. Их применение становится все более популярным для оценки эффектов от создания зон свободной торговли [62]. В связи с бурным развитием ряда крупных азиатских экономик и групп стран, в последнее время насчитывается большое количество эмпирических оценок, как для отдельных стран, так и для глобальной экономики, в зависимости от динамических и структурных изменений на рынках товаров и услуг в АТР. Такие оценки проводятся как глобальными финансовыми организациями [80], так и региональными, в частности, Азиатским банком развития [32; 47], главным образом на основе данных ГТАР. В последнее время модели общего равновесия второй группы активно используются для исследования проблем развития Китая и его воздействия на глобальную экономику [33; 52].

Среди моделей вычислимого общего равновесия второй группы выделяются модели, разработанные для оценки последствий внешнеэкономической либерализации для российской экономики.

А.В. Алексеевым [10] разработана статичная межстрановая и многоотраслевая модель вычислимого общего равновесия, которая состоит из 5 регионов и 15 отраслей. Условие Армингтона используется для разделения домашних и импортных товаров. Все отрасли представлены рынками с совершенной конкуренцией. С помощью данной модели было показано, что расширение Евросоюза не выгодно для России. Во всех остальных сценариях возможных изменений внешнеторговой политики, таких, как вступление России в ВТО, создание зоны свободной торговли между Россией и Евросоюзом и создание зоны свободной торговли между Россией и другими странами СНГ, Россия выигрывает в терминах благосостояния.

В Центре экономических и финансовых исследований и разработок (ЦЭФИР) Н.А. Турдыевой [6] оценены последствия создания зоны свободной торговли между Россией и ЕС на основании модели GTAP6inGAMS с базой данных GTAP. Численный эксперимент состоял в расчете последствий одновременной отмены российских тарифов на импорт из 25 стран ЕС и европейских тарифов на импорт из России. Согласно модели, Россия получит прирост совокупного благосостояния, прежде всего за счет ресурсной ренты, роста заработных плат и выплат по капиталу.

В институте Тимбергена [54] осуществлена оценка эффектов создания российско-европейской зоны свободной торговли. В соответствии с расчетами, Россия может повысить благосостояние за счет либерализации торговли не только по промышленным товарам, но и по сельскохозяйственным товарам и услугам. Исследователи Всемирного Банка Т. Резерфорд и Д. Тарр [66] построили модель вычислимого равновесия с целью определения возможных выгод и потерь от вступления России в ВТО на региональном уровне, как с точки зрения потребления, так и инвестирования на основе данных Росстата и международной статистики.

Наряду с вышеперечисленными существуют модели, применяемые для оценки воздействия мер макроэкономической политики и внешних шоков на распределение дохода, изменение занятости и благосостояния и т. д.

Оценка *средств социальной защиты и воздействия на бедность* Замбии [30] производится на основе модели Всемирного Банка 123PRSP («одна страна, два сектора, три вида товара»). В рамках заданного набора стратегий 123PRSP генерирует заработную плату, прибыль по секторам и относительные цены. С помощью модели вычисляется воздействие той или иной стратегии на каждое включенное в выборку домохозяйство, чтобы отразить всю полноту воздействия на распределение дохода в национальной экономике. При заданной черте бедности вычисляется эффект от различных мер по сокращению бедности. Однако, причинно-следственную связь между макроэкономической политикой и бедностью можно отследить только в одном направлении, не учитывая эффекты обратной связи и не отражая их в равновесии.

Для оценки *структурных реформ и краткосрочных стабилизационных мер* для развивающихся стран применяется модель Всемирного Банка ИММРА [8], объединяющая реальный и финансовый аспекты экономики. Модель ИММРА детально рассматривает каналы, посредством которых различные типы капиталовложений из государственного бюджета воздействуют на экономику. В модели предусмотрена подробная спецификация рынка труда, допускающая сегрегацию данных по городскому и сельскому уровню и по формальному и неформальному секторам; связь секторов реальной экономики и финансов; негативное воздействие внешнего долга на частные инвестиции.

Данная модель позволяет получать прогнозы колебаний объема выпуска продукции и занятости.

Оценка эффективности *бюджетно-налоговой политики* для российской экономики осуществлена С. Пальцевым, Т. Резерфордом и А. Земницким [59]. В исследовании получены оценки предельной избыточной налоговой нагрузки, характеризующие различные налоговые инструменты. Показано, что с точки зрения экономической эффективности импортные пошлины являются наименее эффективным источником дохода российского бюджета. Ч. Ли и Дж. Уоллей [51] на основе статистики ГТАР оценили экономические эффекты для китайской экономики в зависимости от статуса субъектов налогообложения (налог на добавленную стоимость); показали, что выплата данного налога экспортерами ведет к снижению преимуществ внешнеторгового сектора КНР.

Для оценки *миграции рабочей силы* на основе базы данных ГТАР А. Агуйаром и Т. Уалмслей [9] была разработана модель GMig2. В исследовании было показано воздействие миграционных процессов в США на перспективную численность населения, а также влияние уровня нелегальной внешней иммиграции на рынок неквалифицированной рабочей силы.

На основе данных ГТАР оценивается взаимовлияние экономического роста и *экологических проблем*, а также разрабатываются сценарии *использования земельного покрова для различных нужд*. К. Ван и др. [79] оценили варианты развития экономики КНР в зависимости от квот на эмиссию парниковых газов согласно Киотскому протоколу. Как для глобальной экономики, так и для крупных национальных экономик (США, Россия, КНР, Канада, Бразилия, страны ЕС, остальной мир) У. Балдос и Т. Хертель [14] оценили перспективы использования земель для нужд сельского хозяйства и лесной промышленности с точки зрения производительности и масштаба вовлечения новых территорий.

Практика показала, что для получения количественных оценок в рамках моделей вычислимого общего равновесия наиболее результативным является подход Л. Йохансена по сравнению с подходом Г. Скарфа.

ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОГО СТОХАСТИЧЕСКОГО ОБЩЕГО РАВНОВЕСИЯ

Потребность в создании отдельного типа моделей общего экономического равновесия определялась необходимостью осуществления прогнозных оценок. Данный тип моделей стал обозначаться как модели динамического стохастического общего равновесия (Dynamic Stochastic General Equilibrium) [34]. Для оценки моделей динамического стохастического общего равнове-

сия используются классические эконометрические подходы (обобщенный метод моментов, метод наименьшего расстояния, метод максимального правдоподобия и т. д.), модели векторной авторегрессии (VAR) и Байесовский подход, предполагающий использование инструментов из теории вероятности. Применение Байесовского подхода делает возможным: применять строгость предпосылок в одних областях с гибкостью в других; использовать информацию из разных источников и генерировать недостающую; применять авторегрессии для осуществления перспективных оценок [34].

Условия максимизации полезности для всех агентов и условия равновесия всех рынков накладывают ограничения на возможные взаимодействия между переменными и устанавливают функциональные зависимости между коэффициентами [56].

Эти обстоятельства привели к масштабному применению указанных моделей для оценки источников волатильности макроэкономических параметров и анализа макроэкономической политики не только исследовательскими институтами и финансовым сектором развитых и развивающихся стран, но и обычными исследователями.

Модели динамического стохастического общего равновесия могут быть разделены на две группы: первая группа основана на модели реального бизнес-цикла (подход Ф. Кидланда и Э. Прескотта), вторая – на модели различного поведения фирм в условиях монополистической конкуренции (подход Дж. Ротемберга и М. Вудфорда) (табл. 2).

Первая группа моделей динамического стохастического общего равновесия основана на теории реального бизнес-цикла в рамках подхода Ф. Кидланда и Э. Прескотта [50]. Исследователями (для экономики США), учитывалось запаздывание одних показателей от других, а также зависимость показателей от своих прошлых значений. Ими оценено воздействие реальных (технологических) шоков национальной экономики на колебания бизнес-цикла в условиях свободного ценообразования в рамках модели общего равновесия.

Модели первой группы применяются для получения среднесрочных оценок развития открытых национальных экономик и глобальной экономики как их совокупности.

Среднесрочная оценка глобальной экономики при помощи моделей динамического стохастического общего равновесия осуществляется в МВФ в рамках модели GEM (Global Economy Model) [61]. Развитие национальных экономик описывается частичным равновесием, а глобальной экономики – при помощи общего (моделируется перекрестный спрос на импорт, ценообразование торгуемого сектора, курсы валют, а также оценивается выпуск и торговый баланс). Моделирование поведения домохозяйств основывается на их перспективных ожиданиях.

Таблица 2

Классификация эмпирических моделей динамического стохастического общего равновесия

Критерий	Исходная модель	
	Модель реального бизнес-цикла (первая группа)*	Модель, учитывающая различное поведение фирм в условиях монополистической конкуренции (вторая группа)**
Применение для текущих и перспективных оценок в зависимости от иерархии экономики и уровня ее открытости	<p>Среднесрочная оценка глобальной экономики П. Песенти (2008; мир; GEM) [61]</p> <p>Среднесрочная оценка открытой национальной экономики С. Марчисон, А. Реннисон (2006; Канада; ToTEM) [58]; Дж. Дорих и др. (2013; Канада; ToTEM II) [31]</p>	<p>Текущая оценка открытой экономики Ф. Граеве (2008; США) [38]; Дж. Фернандес-Виллаверде (2009; США) [34].</p> <p>Текущая оценка закрытой экономики К. Мертенс и М. Равн (2011; США) [55].</p> <p>Краткосрочная оценка глобальной экономики М. Кумхоф и др. (2010; мир; GIMF) [49].</p> <p>Краткосрочная оценка открытой субглобальной экономики К. Кристоффель и др. (2008; страны еврозоны; NAWM) [25].</p> <p>Краткосрочная оценка открытой национальной экономики Л. Брубакк и др. (2006; Норвегия; NEMO) [20].</p>
Исследуемое социально-экономическое явление/процесс	<p>Комплексная оценка внешних и внутренних факторов на национальную экономику Р. Харрисон и др. (2005; Великобритания; BEQM) [40]; С. Баргесс и др. (2013; Великобритания; COMPASS) [21]</p> <p>Внешний финансовый шок, шок внешнего спроса Р. Капуто и др. (2008; Чили; MAS)[23]; М. Андрле и др. (2009; Чехия; «g3»)[11]</p> <p>«Долларизация» экономики Д. Флориан и К. Мантуро (2009; Перу; MEGA-D) [35]</p> <p>Инфляционные тенденции А. Даниэльссон и др. (2006; Исландия; QMM)[27]; Дж. Бенеш и др. (2009; Новая Зеландия; KITT) [16]</p>	<p>Шоковые воздействия внутренней макроэкономической политики М. Адольфсон и др. (2005; Швеция)[7]</p> <p>Комплексная оценка внешних и внутренних факторов на национальную экономику Х. Чун и др. (2010; США; EDO) [26]</p> <p>Инфляционные тенденции К. Кристоффель и др. (2008; страны еврозоны; NAWM) [25]</p> <p>Шок цен на нефть на мировом рынке Полбин А.В., Дробышевский С.М. (2014; Россия) [4]</p>

Примечания. Информация о моделях представлена следующим образом: автор (год, страна, модель). Под перспективными понимаются краткосрочные и среднесрочные оценки.

* Ф. Кидланд и Э. Прескотт (1982; США) [50]; ** Дж. Ротемберг и М. Вудфорд (1998; США) [65].

Источник: составлено автором.

Среднесрочная оценка открытой национальной экономики выполнена на основе модели ToTEM (Terms-of-Trade Economic Model) [58] Банка Канады для получения квартальных прогнозов развития национальной экономики. Модель ToTEM включает производителей четырех агрегированных конечных товаров: потребительские товары и услуги; инвестиционные товары; услуги государственного сектора; экспортные товары. Поскольку для Канады основным источником экономического роста является внешний спрос, прогнозирование динамики экспортного сектора является одним из главных блоков модели. Прогнозирование национальной экономики осуществляется на 4 года по следующим показателям: индекс потребительских цен, реальный валютный курс, ВВП, потребление, инвестиции, экспорт, импорт, продолжительность рабочего времени, предельные издержки потребительского сектора, ставка банковского процента. С помощью модели ToTEM исследуется воздействие на канадскую экономику следующих видов шоков: потребления, валютного курса, инфляции, технологии (производительности труда), изменение спроса и предложения на внешнем рынке и надбавки к цене товаров на внутреннем рынке. С 2011 г. в связи с дополнениями, связанными с включением в модель разнообразных процентных ставок, различных спецификаций функций потребительского и инвестиционного (на жилье и запасы) спроса, роли дохода от финансовой деятельности для потребления домохозяйств, произвольных цен и установления заработных плат, канадская модель динамического стохастического общего равновесия стала больше учитывать функционирование внутреннего рынка и получила название ToTEM II [31].

Эмпирические модели первой группы применяются для получения *комплексных оценок воздействия внешних и внутренних факторов на национальную экономику*. Одной из наиболее сложных моделей, включающей более тысячи переменных, является модель BEQM (Bank of England Quarterly Model) [40], по результатам оценок которой ежегодно публикуются краткосрочные макроэкономические оценки Великобритании. Модель основывается на данных национальных счетов со второго квартала 1992 г. и описывает поведение агентов отечественного частного сектора, государства и заграницы, а также их взаимодействия на рынках капитала, товаров, труда и на финансовом рынке. Модель предполагает состояние устойчивого равновесия для всех переменных в долгосрочном периоде и подразумевает поведение агентов на рынке в условиях перспективных ожиданий. Прогнозирование национальной экономики осуществляется на 3 года по следующим основным показателям: розничные цены, ВВП, потребление, производственные инвестиции, экспорт, импорт, цены импорта, безработица, общие издержки труда. Модель BEQM предполагает оценку воздействия на экономику следующих видов шоков: из-

менение ставки банковского процента, продуктивности труда, государственных расходов, условий торговли, внешнего спроса и рынка труда.

С 2011 г. по настоящее время Банком Великобритании для получения перспективных оценок развития национальной экономики используется взаимосвязь из четырех модельных блоков [21]: COMPASS (The Central Organising Model for Projection Analysis and Scenario Simulation), являющаяся ядром структурной модели; набор моделей, используемых для восполнения пробелов в COMPASS и для контрольной проверки прогноза; MAPS – инструментарий макроэкономического моделирования и проектирования; EASE – пользовательский интерфейс. COMPASS является моделью динамического стохастического общего равновесия на основе Байесовского подхода, с алгоритмическими ограничениями и внутренне согласованными прогнозами, в которой цены и заработные платы являются несвободными, а монетарная политика определяет производство и занятость в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Ожидания будущих событий, включая действия монетарных властей, влияют в модели на текущее производство и инфляцию. Модель COMPASS является упрощенной версией BEQM (с аналогичным охватом переменных, прогнозным интервалом и оценкой различных видов шоков) и предоставляет прогнозы по 15 переменным, среди которых: ВВП, инфляция, процентные ставки, внешняя торговля, заработная плата и потребление. Упрощение модели COMPASS компенсируется за счет отдельного включения более 50 отдельных макроэкономических моделей, охватывающих различные подходы к анализу функционирования экономической системы, с целью верификации исходной модели.

Моделями первой группы может быть оценен *внешний финансовый шок, а также шок внешнего спроса*. В качестве примера следует отметить модель MAS (Model for Analysis and Simulations) [23] Центробанка Чили. В модели используются данные по выпуску, инфляции, занятости, ставке банковского процента, текущему счету платежного баланса, реальному валютному курсу, а также по ценам на нефть и медь для объяснения флуктуаций циклов промышленного производства чилийской экономики в условиях воздействия шоков по 14 показателям. Особое значение в модели придается анализу и объяснению реакции национальной экономики на кризисные тенденции в мировой экономике (внешний финансовый шок). В модели прогнозируется развитие чилийской экономики на 4 года.

Одной из первых среди стран с транзитной экономикой, для которых была применена модель динамического стохастического общего равновесия, является Чехия (структурная модель «g3» [11]). Как и в большинстве моделей первой группы, результирующим показателем «g3» является перспективная оценка уровня инфляции: цен отечественного рынка (зависят от заработной

платы и цен на рынке недвижимости), импортных цен (зависят от валютного курса и цен на мировом рынке), чистой инфляции (цены отечественного рынка и импортные цены), скорректированной инфляции (регулируемые цены и чистая инфляция), общей инфляции (скорректированная инфляция и косвенные налоги). Главными шоками модели являются изменения внешнего спроса, монетарной политики и государственных расходов, горизонт ее предсказания составляет 3,5 года.

«Долларизация» национальной экономики оценивалась на основе модели Центробанка Перу – MEGA-D [35]. Модель MEGA-D интересна тем, что перуанские макроэкономические показатели, в условиях их высокой волатильности и фрагментарности, в ряде случаев представлялось невозможным включить в модель в качестве эндогенных переменных. Поэтому, для решения проблемы стабильности общего равновесия, разработчики включили такие параметры как уровень «долларизации» и внешней открытости в экзогенные факторы модели. Горизонт прогнозирования модели составляет 2–3 года. Модель позволяет оценить эффекты шоковых воздействий по 11 показателям. Основными прогнозными параметрами модели являются: межбанковская ставка процента, уровень инфляции, уровень «долларизации» и внешней открытости экономики, реальный ВВП.

Эмпирические модели первой группы применяются для оценок *инфляционных тенденций*. Например, модель Резервного банка Новой Зеландии – KITT (Kiwi Inflation Targeting Technology) [16] применяется для прогнозирования цен торгуемых товаров на внешнем и внутреннем рынках, а также цен неторгуемых товаров, которые определяются разрывом между фактическим и потенциальным объемом производства, а также инфляционными ожиданиями. Поскольку Новая Зеландия является малой открытой экономикой, в модели KITT ее инфляция во многом определяется в зависимости от ситуации на внешних рынках сбыта, и, одновременно, от импорта нефти. В модели насчитывается более 50 переменных, шоки отслеживаются по ситуации на внешнем и внутреннем рынках (спрос, цены, монетарная политика, заработная плата, инвестиции). Горизонт предсказания составляет 3 года.

Главной целью квартальной макроэкономической модели QMM (Quarterly Macroeconomic Model) [27] Центробанка Исландии является прогнозирование инфляции. Инфляция потребительского сектора описывается при помощи кривой Филипса, включая текущий курс национальной валюты и издержки по оплате труда. Также, в описание инфляции включены цены экспорта и импорта, дефляторы потребительских расходов, инвестиций и цены на рынке недвижимости. Всего в модели представлено 148 переменных и более 80 уравнений. В модели прогнозируется развитие исландской эконо-

мики на 1,5–2 года, с учетом шоков внешнего спроса, монетарных шоков, шоков на рынке труда и изменения валютного курса.

Вторая группа моделей динамического стохастического общего равновесия основана на модели различного поведения фирм в условиях монополистической конкуренции (подход Дж. Ротемберга и М. Вудфорда) [22]. Данный подход предполагает определение текущих и краткосрочных оценок¹ (см. табл. 2).

Эмпирические модели с целью получения текущих оценок, как правило, являются довольно упрощенными. В качестве примера исследования текущей оценки открытой экономики возможно отметить работу Ф. Граеве [38], в которой были получены количественные оценки шоковых воздействий финансовых премий на американскую экономику; текущей оценки закрытой экономики – исследование К. Мертенса и М. Равна [55], в котором анализируются шоковые воздействия налоговой политики на некоторые макроэкономические показатели США: объемы производства, инвестиции и количество отработанных часов.

Краткосрочные оценки строятся главным образом ведущими международными организациями, центральными банками и специализированными институтами. Например, краткосрочные оценки развития глобальной экономики осуществляются МВФ в рамках модели GIMF (Global Integrated Monetary and Fiscal Model) [49]. Модель GIMF была разработана для оценки последствий для мировой экономики от осуществления стимулирующих воздействий ведущих стран мира в условиях глобального кризиса 2008 г. Изначально в модели представлены пять крупных объектов: США, Япония, страны ЕС (зона евро), быстрорастущие азиатские страны и остальной мир. Основой GIMF является моделирование поведения предпринимателей и банковского сектора в условиях шока внешнего спроса и изменений монетарной политики. В модели отдельно сгенерирован блок, моделирующий поведение цен сырьевого сектора с низкими значениями эластичности замещения, главным параметром которого являются цены на нефть. Также, моделируется поведение потребительского, инвестиционного секторов, а также фонда оплаты труда. Эластичности замещения и коэффициенты функций полезности в модели задаются экзогенно из других исследований МВФ. Домашние хозяйства характеризуются перспективными ожиданиями, т. е. ориентируются на бюджетное ограничение правительства при принятии решения о потреблении. Это приводит к тому, что заданные по шаблону государственные расходы не влияют на решения о потреблении агентов, и,

¹ Сложные модели Центробанков имеют два блока для прогнозирования поведения социально-экономической системы при помощи моделей динамического стохастического общего равновесия. В первом блоке строятся текущие и краткосрочные оценки, во втором – среднесрочные.

таким образом, это не меняет совокупный спрос. Данная гипотеза используется в качестве аргумента против снижения налогов, направленных на повышение совокупного спроса.

Модель Европейского Центрального Банка NAWM (New Area-Wide Model) [25] применяется для получения *краткосрочной оценки открытой субглобальной экономики* – для группировки стран, в которых введена единая валюта – евро. В модели NAWM оцениваются 18 макроэкономических переменных, включая: ВВП, частное потребление, инвестиции, потребление государственного сектора, экспорт и импорт, различные дефляторы, занятость и заработные платы, процентная ставка, эффективный валютный курс, спрос на евро за границей, цены на нефть. Статистический ряд в модели был сформирован с 1985 г. и состоит из квартальных данных. Модель NAWM предполагает оценку воздействия на экономику следующих шоков: внешний и внутренний шок изменения курса евро, технологические шоки, шоки спроса на импорт и внешнего спроса, поведение внешнего рынка (изменение цен на мировом рынке, ставки процента за рубежом, цен на нефть, изменение цен у прямых конкурентов производителей стран из зоны евро), изменение надбавок к заработным платам и цен экспортных, импортных товаров и товаров на внутреннем рынке. Эта же модель приводится в качестве примера оценки инфляционных тенденций.

В рамках второй группы эмпирических моделей производится *краткосрочная оценка открытой национальной экономики*. Например, динамическая стохастическая модель Центробанка Норвегии – NEMO [20], задумывалась разработчиками прежде всего для получения перспективных оценок поведения валютного курса и инфляции в экономике. В модели отдельно вынесен блок, показывающий функционирование внешнего рынка. Ценообразование в модели осуществляется в условиях монополистической конкуренции.

Существуют модели, в которых оцениваются краткосрочные последствия *шоковых воздействий внутренней макроэкономической политики*. Для открытой экономики малообразованной страны с умеренной интеграцией с мировым финансовым рынком была построена модель Банка Швеции [7], направленная на получение перспективных оценок действия монетарной политики (ставка банковского процента) на уровень инфляции и на другие макроэкономические переменные (ВВП, экспорт, импорт, потребление, инвестиции, занятость, реальный валютный курс). Модель предполагает оценку воздействия на экономику технологических шоков, шока на потребительском рынке, шоков экспорта и импорта, шока от изменения валютного курса, шока на рынке труда.

Федеральным резервным управлением США модель EDO (Estimated, Dynamic, Optimization-based Model) [26] применяется для *комплексной оцен-*

ки внешних и внутренних факторов на экономику страны. Модель основывается на вероятностном подходе цепей Маркова и методе Монте – Карло и включает более двухсот статистических показателей по кварталам начиная с 1984 г. В EDO моделируется развитие американской экономики по следующим основным показателям: рост ВВП, потребительские расходы на услуги и на товары кратковременного и длительного пользования, инвестиции в производство и в жилищное строительство, индекс потребительских цен на различные товары, инфляция в производственном секторе, затраты труда, рост заработной платы, процентная ставка по федеральным фондам. Основными видами шоков, оценка которых осуществляется при помощи EDO, являются технологический шок и шоки на рынке капитала.

Для России А.В. Полбиным и С.М. Дробышевским [4] построена модель динамического стохастического общего равновесия для оценки воздействия на экономику *шока от изменения цен на нефть на мировом рынке.* Данная модель описывает национальную экономику, как имеющую высокую зависимость от производства, потребления, экспорта нефти. Одним из практических применений откалиброванной модели является оценка влияния на экономику ряда шоков, в том числе от изменения мировых цен на нефть, эффективности инвестиций, изменения спроса со стороны внешнего сектора и домашних хозяйств, шока предложения труда. Функции импульсного отклика представлены по следующим показателям: выпуск, инвестиции, потребление, внешний сектор, отработанные часы, относительные цены, нефтяной сектор, экспорт торгуемых товаров, реальная ставка процента, индекс потребительских цен, заработная плата, эффективность инвестиций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модели общего равновесия получили широкое распространение в прикладных экономических исследованиях, во многом благодаря тому, что они позволяют количественно оценивать взаимосвязи между различными параметрами экономической системы, а также воздействие различных факторов.

Классификация эмпирических моделей проведена для каждого традиционного типа моделей общего экономического равновесия – вычислимых и динамических стохастических. В рамках каждой группы произведено разграничение эмпирических моделей по следующим критериям: масштаб экономики, ее открытость; применение для текущих и перспективных оценок; исследуемое социально-экономическое явление.

Модели вычислимого общего равновесия разделены на две группы: первая группа основана на модели равновесных цен (подход Г. Скарфа), вторая –

на мультиотраслевой модели экономического роста (подход Л. Йохансена). Анализ массива эмпирических моделей позволяет утверждать, что основная часть моделей вычислимого общего равновесия первой группы применяется для текущих оценок функционирования бюджетной системы закрытой национальной экономики; модели второй группы – для текущих и долгосрочных оценок состояния открытой субглобальной и национальной экономики в рамках различных интеграционных процессов.

Модели динамического стохастического общего равновесия разделены на две группы: первая группа основана на модели реального бизнес-цикла (подход Ф. Кидланда и Э. Прескотта), вторая – на модели различного поведения фирм в условиях монополистической конкуренции (подход Дж. Ротемберга и М. Вудфорда). Модели динамического стохастического общего равновесия первой группы применяются главным образом для среднесрочных оценок макроэкономических процессов функционирования глобальной и национальной экономик; модели второй группы – для текущих и краткосрочных оценок состояния глобальной, субглобальной и национальной экономик в условиях шоков на отраслевых и финансовых рынках.

При использовании моделей общего равновесия в прикладных исследованиях, необходимо учитывать, что «...несмотря на многочисленные попытки, не удалось найти сколько-нибудь общие и естественные условия, обеспечивающие единственность и устойчивость равновесия», а также: «...в модели равновесия, претендующей на отражение реальности, функции полезности должны иметь специальный вид. Выяснить их специфику до сих пор не удается, а без этого ответы на многие фундаментальные вопросы теории не могут быть получены» [5, с. 55–56].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Блауг М.* Экономическая мысль в ретроспективе / пер. с англ., 4-е изд. М.: «Дело Лтд», 1994. 720 с.
2. *Вальрас Л.* Элементы чистой политической экономии. М.: Изограф, 2000. 448 с.
3. *Макаров В.Л.* Вычислимая модель российской экономики. Препринт # WP/99/069. М.: ЦЭМИ РАН, 1999. 93 с.
4. *Полбин А.В., Дробышевский С.М.* Построение динамической стохастической модели общего равновесия для российской экономики. М.: Издательство Института Гайдара, 2014. 156 с.
5. *Полтерович В.М.* Кризис экономической теории // Экономическая наука современной России. 1998. № 1. С. 46–66.
6. Разработка методологии количественного анализа влияния внешнеэкономических договоров и соглашений на параметры внешнеэкономической деятельности и международной конкурентоспособности российской экономики: Отчет о НИР/ЦЭФИР. М., 2006. 162 с. URL: <http://aisup.economy.gov.ru/niokr/materials.jsp?uuid=pprtctfs000080000hckv7cqoc4fn2v8> (дата обращения: 10.07.2014).

7. *Adolfson M., Laséen S., Jesper L., Villani M.* Are Constant Interest Rate Forecasts Modest Interventions? Evidence from an Estimated Open Economy DSGE Model of the Euro Area. Sveriges Riksbank. Working Paper Series 180. URL: http://www.riksbank.se/Upload/WorkingPapers/WP_180.pdf (дата обращения: 01.08.2014).

8. *Agénor P.R., Izquierdo A., Fofack H.* IMMPA: A Quantitative Macroeconomic Framework for the Analysis of Poverty Reduction Strategies. The World Bank Washington D.C. June 3, 2003. URL: <http://ecomod.net/sites/default/files/document-conference/ecomod2003/Fofack.pdf> (дата обращения: 18.06.2014).

9. *Aguiar A.H., Walmsley T.L.* A Dynamic General Equilibrium Model of International Migration. Center for Global Trade Analysis, Purdue University. 2010. 27 с. URL: <https://www.gtarp.agecon.purdue.edu/resources/download/5053.pdf> (дата обращения: 05.07.2014).

10. *Alekseev A.* An Application of a Computable General Equilibrium Model for the Estimation of Effects of the New Wave of the European Union Enlargement on the Russian Economy. Working Paper #BSP/2003/070. Moscow, New Economic School, 2003. 42 p. URL: <http://www.nes.ru/dataupload/files/programs/econ/preprints/2003/Alexeev.pdf> (дата обращения: 15.06.2014).

11. *Andrle M., Hledik T., Kamenik O., Vicek J.* Implementing the New Structural Model of the Czech National Bank. Working Paper 2009/2. Czech National Bank, Research Department, 2009. URL: http://www.cnb.cz/en/research/research_publications/cnb_wp/download/cnbwp_2009_02.pdf (дата обращения: 11.06.2014).

12. *Armington P.S.* A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production // Staff Papers – International Monetary Fund. 1969. Vol. 16. No. 1. Pp. 159–178. DOI: 10.2307/3866403.

13. *Arrow K.J., Debreu G.* Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy // *Econometrica*. 1954. Vol. 22. No. 3. Pp. 265–290. URL: <http://www.jstor.org/stable/1907353> (дата обращения: 15.08.2014).

14. *Baldos U.L.C., Hertel T.W.* Development of a GTAP8 Land Use and Land Cover Data Base for Years 2004 and 2007. GTAP Research Memorandum. No. 23. September, 2012. URL: <https://www.gtarp.agecon.purdue.edu/resources/download/6048.pdf> (дата обращения: 18.05.2014).

15. *Bchir M.H., Decreux Y., Guérin J.L., Jean S.* MIRAGE, a Computable General Equilibrium Model for Trade Policy Analysis. Working Paper. No. 2002. CEPII. December, 2002. URL: <https://www.gtarp.agecon.purdue.edu/resources/download/1256.pdf> (дата обращения: 12.07.2014).

16. *Benes J., Binning A., Fukac M., Lees K., Matheson T.* K.I.T.T.: Kiwi Inflation Targeting Technology, New Zealand / Reserve Bank of New Zealand, 2009. URL: http://www.rbnz.govt.nz/research_and_publications/research_programme/additional_research/kitt/3715912.pdf (дата обращения: 19.06.2014).

17. *Bondareva O.* The Core of an N Person Game // *Vestnik Leningrad University*. 1962. Vol. 17. No. 13. Pp. 141–142.

18. *Borges A.M.* Applied General Equilibrium Models: An Assessment of their Usefulness for Policy Analysis. URL: <http://www.oecd.org/eo/outlook/35567467.pdf> (дата обращения: 10.06.2014).

19. *Brouwer L.E.J.* Über Eineindeutige, Stetige Transformationen von Flächen in Sich // *Mathematische Annalen*. 1910. Vol. 69. Pp. 176–180. DOI: 10.1007/BF01456868.

20. *Brubakk L., Husebo T.A., Maih J., Olsen K., Ostnor M.* Finding NEMO: Documentation of the Norwegian Economy Model. Staff Memo 2006/6. Norges Bank. Oslo, 2006. URL: <http://www.norges-bank.no/Upload/Publikasjoner/Staff%20Memo/2006/memo-2006-06.pdf> (дата обращения: 05.05.2014).

21. *Burgess S., Fernandez-Corugedo E., Groth C., Harrison R., Monti F., Theodoridis K., Waldron M.* The Bank of England's Forecasting Platform: COMPASS, MAPS, EASE and the Suite of Models. Working Paper 471. Bank of England. May, 2013. URL: <http://www.bankofengland.co.uk/research/Documents/workingpapers/2013/wp471full.pdf> (дата обращения: 16.06.2014).

22. *Cantore C., Leyn-Ledesma M., McAdam P., Willman A.* Shocking Stuff: Technology, Hours, and Factor Substitution. Working Paper 1278. European Central Bank, 2010. URL: <http://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1278.pdf> (дата обращения: 20.03.2014).

23. *Caputo R., Medina J.P., Soto C.* The MAS: a DSGE Model for Chile Implementation and Forecasting / Central Bank of Chile / Structural Dynamic Macroeconomic Models in Asia Pacific Economies, Bali, Indonesia, 3–4 June 2008. URL: http://www.bis.org/repo-fificerpubl/conf_0802_paper_8.pdf (дата обращения: 17.04.2014).

24. *Chappuis T., Walmsley T.L.* Projections for World CGE Model Baselines. GTAP Research Memorandum. No. 22. September, 2011. URL: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/5625.pdf> (дата обращения: 15.05.2014).

25. *Christoffel K., Coenen G., Warne A.* The New Area-Wide Model of the Euro Area – a Micro-Founded Open-Economy Model for Forecasting and Policy Analysis. Working Paper 944. European Central Bank, 2008. URL: <http://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp944.pdf> (дата обращения: 02.06.2014).

26. *Chung H.T., Kiley M.T., Laforte J.-P.* Documentation of the Estimated, Dynamic, Optimization-based (EDO) Model of the U.S. Economy: 2010 Version. Finance and Economics Discussion Series Working Paper 2010-29. Board of Governors of the Federal Reserve System, 2010. URL: <http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2010/201029/201029pap.pdf> (дата обращения: 27.07.2014).

27. *Danielsson Á., Eliasson L., Gudmundsson M.F., Hauksson B.A., Jónsdóttir R., Ólafsson T.T., Pétursson T.G.* QMM: A Quarterly Macroeconomic Model of the Icelandic Economy. Working Papers 32. Central Bank of Iceland. December, 2006. URL: <http://www.sedlabanki.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=4910> (дата обращения: 16.04.2014).

28. *Dantzig G.B.* Optimal Solution of a Dynamic Leontief Model with Substitution // *Econometrica*. 1955. Vol. 23. No. 3. Pp. 295–302. URL: <http://www.jstor.org/stable/1910385> (дата обращения: 18.04.2014).

29. *Decreux Y., Valin H.* MIRAGE, Updated Version of the Model for Trade Policy Analysis Focus on Agriculture and Dynamics / CEPPII, France. October, 2007. URL: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/7284/2/wp070007.pdf> (дата обращения: 20.05.2014).

30. *Devarajan S., Go D.S.* A Macroeconomic Framework for Poverty Reduction Strategy Papers: With an Application to Zambia. Africa Region. World Boor. Working Paper Series. No. 38. October, 2002. URL: <http://www.worldbank.org/afr/wps/wp38.pdf> (дата обращения: 10.07.2014).

31. *Dorich J., Johnston M., Mendes R., Murchison S., Zhang Y.* ToTEM II: An Updated Version of the Bank of Canada's Quarterly Projection Model. Technical Report 100 / Canadian Economic Analysis Department. Bank of Canada. October, 2013. URL: http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2013/10/technical_report_100.pdf (дата обращения: 01.08.2014).

32. *Estrada G., Park D., Park I., Park S.* ASEAN's Free Trade Agreements with the People's Republic of China, Japan, and the Republic of Korea: A Qualitative and Quantitative Analysis. ADB. Working Paper Series on Regional Economic Integration No. 75. March, 2011. URL: http://aric.adb.org/pdf/workingpaper/WP75_Estrada_ASEAN_FTAs.pdf (дата обращения: 26.04.2014).

33. *Estrada G., Park D., Park I., Park S.* The PRC's Free Trade Agreements with ASEAN,

Japan, and the Republic of Korea: A Comparative Analysis. ADB Working Paper Series on Regional Economic Integration. No. 92. January, 2012. URL: <http://www.adb.org/sites/default/files/pub/2012/wp92-prcs-free-trade-agreements.pdf> (дата обращения: 10.04.2014).

34. *Fernández-Villaverde J.* The Econometrics of DSGE Models. National Bureau of Economic Research. Working Paper. No. 14677. January, 2009. URL: <http://www.nber.org/papers/w14677.pdf> (дата обращения: 28.07.2014).

35. *Florian D., Montoro C.* Development of MEGA-D: A DSGE Model for Policy Analysis / Banco Central de Reserva del Peru (BCRP). May, 2009. URL: <https://www.frbatlanta.org/news/CONFEREN/09qamproe/montoro.pdf> (дата обращения: 17.06.2014).

36. *Fouré J., Bénassy-Quéré A., Fontagné L.* The World Economy in 2050: a Tentative Picture. CEPPII Working paper 2010-27. 2010. URL: <http://www.cepii.fr/anglaisgraph/workrap/pdf/2010/wp2010-27-1a.pdf> (дата обращения: 18.05.2014).

37. Global Trade Analysis Project (GTAP). URL: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu> (дата обращения: 15.06.2014).

38. *Graeve F.* The External Finance Premium and the Macroeconomy: US post-WWII Evidence // Journal of Economic Dynamics & Control. 2008. Vol. 32. No. 11. Pp. 3415–3440. DOI: 10.1016/j.jedc.2008.02.008.

39. *Harberger A.C.* The Incidence of the Corporation Income Tax // Journal of Political Economy. 1962. Vol. 70. No. 3. Pp. 215–240. URL: <http://www.jstor.org/stable/1828856> (дата обращения: 21.07.2014).

40. *Harrison R., Nikolov K., Quinn M., Ramsay G., Scott A., Thomas R.* The Bank of England Quarterly Model / Bank of England, London. 2005. URL: <http://www.bankofengland.co.uk/publications/beqm> (дата обращения: 14.05.2014).

41. *Horridge M.* ORANI-G: A Generic Single-Country Computable General Equilibrium Model. Centre of Policy Studies and Impact Project / Monash University, Australia. 2003. URL: <http://www.economia.esalq.usp.br/intranet/uploadfiles/3297.pdf> (дата обращения: 11.06.2014).

42. *Ianchovichina E., Ivanic M., Martin W.* Implications of the Growth of China and India for the Other Asian Giant: Russia. Policy Research. Working Paper, no. 5075. October, 2009. URL: <http://elibrary.worldbank.org/doi/pdf/10.1596/1813-9450-5075> (дата обращения: 18.07.2014).

43. *Ianchovichina E., Ivanic M., Martin W.* Implications of the Growth of China and India for the Middle East and North Africa. URL: <http://siteresources.worldbank.org/INTDEBTDEPT/Resources/468980-1206974166266/4833916-1253205882875/Chapter11-IanchovichinaIvanicMartin.pdf> (дата обращения: 22.05.2014).

44. *Ianchovichina E., Nicita A., Soloaga I.* Trade Reform and Household Welfare: the Case of Mexico. Policy Research. Working Paper WPS2667. August, 2001. URL: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2001/11/22/000094946_01091104014291/Rendered/PDF/multi0page.pdf (дата обращения: 13.16.2014).

45. *Johansen L.* A Multi-Sectoral Study of Economic Growth. Amsterdam: North Holland, 2nd enlarged ed., 1974. 274 с.

46. *Johnson H.* Optimum Tariffs and Retaliation // Review of Economic Studies. 1953. Vol. 21. No. 2. Pp. 142–153. DOI: 10.2307/2296006.

47. *Kawai M., Wignaraja G.* Asian FTAs: Trends, Prospects, and Challenges. ADB Economics Working Paper Series, no. 226. October, 2010. URL: <http://www.adb.org/sites/default/files/pub/2010/economics-wp226.pdf> (дата обращения: 06.05.2014).

48. *Kiyota K., Stern R.M.* Economic Effects of a Korea-U.S. Free Trade Agreement. Korea Economic Institute. 2007. 63 p. URL: <http://keia.org/sites/default/files/publications/07Kiyota-Stern.pdf> (дата обращения: 18.07.2014).

49. *Kumhof M., Laxton D., Muir D., Mursula S.* The Global Integrated Monetary and Fis-

cal Model (GIMF) – Theoretical Structure. IMF Working Paper 10/34. 2010. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2010/wp1034.pdf> (дата обращения: 26.04.2014).

50. *Kydland F.E., Prescott E.C.* Time to Build and Aggregate Fluctuations // *Econometrica*. 1982. Vol. 50. No. 6. Pp. 1345–1370. URL: <http://www.jstor.org/stable/1913386> (дата обращения: 11.07.2014).

51. *Li C., Whalley J.* Rebalancing and the Chinese VAT: Some Numerical Simulation Results // *China Economic Review*. 2012. Vol. 23. No. 2. Pp. 316–324. DOI: 10.1016/j.chieco.2011.12.002.

52. *Li X., Xu D.* Impact of RMB Appreciation on Trade and Labor Markets of China and the USA: A Multi-Country Comparative General Equilibrium Model // *China & World Economy*. 2011. Vol. 19. No. 2. Pp. 19–39. DOI: 10.1111/j.1749-124X.2011.01233.x.

53. *Lofgren H., Harris R.L., Robinson S.* A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS / International Food Policy Research Institute. Washington, D.C. 2002. URL: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/pubs/pubs/microcom/5/mc5.pdf> (дата обращения: 11.04.2014).

54. *Manchin M.* The Economic Effects of a Russian-EU FTA. Tinbergen Institute. Discussion Paper TI 2004-131/2. URL: <http://repub.eur.nl/pub/6607/2004-1312.pdf> (дата обращения: 18.03.2014).

55. *Mertens K., Ravn M.O.* Understanding the Aggregate Effects of Anticipated and Unanticipated tax Policy Shocks // *Review of Economic Dynamics*. 2011. Vol. 14. No. 1. Pp. 27–54. DOI: 10.1016/j.red.2010.07.004.

56. *Mikusheva A.* Estimation of Dynamic Stochastic General Equilibrium Models // *Quantile*. 2014. No. 12. Pp. 1–21. URL: <http://quantile.ru/12/12-AM.pdf> (дата обращения: 17.04.2014).

57. *Minor P., Walmsley T.* MyGTAP Data Program: A Program for Customizing and Extending the GTAP Database. GTAP Working Paper. No. 79. 2013. URL: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/6660.pdf> (дата обращения: 02.05.2014).

58. *Murchison S., Rennison A.* ToTEM: The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model. Technical Report 97 / Bank of Canada, 2006. URL: <http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2010/01/tr97.pdf> (дата обращения: 23.06.2014).

59. *Paltsev S., Rutherford T., Zemitsky A.* Assessment of Marginal Excess Burden of Taxation Based on a CGE Model / Department of Economics, University of Colorado, 2000, mimeo (in Russian). URL: http://web.mit.edu/paltsev/www/docs/tax_russian.pdf (дата обращения: 28.03.2014).

60. *Park C.Y., Zhai F.* Asia's Imprint on Global Commodity Markets. ERD Working Paper. No. 90. December, 2006. URL: <http://www.adb.org/sites/default/files/pub/2006/WR090.pdf> (дата обращения: 25.05.2014).

61. *Pesenti P.* The Global Economy Model: Theoretical Framework // *IMF Staff Papers*. 2008. Vol. 55. No. 2. Pp. 243–284. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/staffp/2008/02/pdf/pesenti.pdf> (дата обращения: 19.04.2014).

62. *Plummer M.G., Cheong D., Hatanaka S.* Methodology for Impact Assessment of Free Trade Agreements. Mandaluyong City, Philippines / Asian Development Bank, 2010. 110 p.

63. *Ratto J.* Different Macroclosures of the Original Johansen Model and their Impact on Policy Evaluation // *Journal of Policy Modeling*. 1982. Vol. 4. No. 1. Pp. 85–97. DOI: 10.1016/0161-8938(82)90006-0.

64. *Robilliard A.S., Bourguignon F., Robinson S.* Crisis and Income Distribution: A Micro-Macro Model for Indonesia. June, 2001. http://siteresources.worldbank.org/INTP-SIA/Resources/490023-1171549810534/14988_Indonesia_Crisis.pdf (дата обращения: 18.05.2014).

65. *Rotemberg J.J., Woodford M.* An Optimization-Based Econometric Framework for the Evaluation of Monetary Policy: Expanded Version. NBER Technical Working Paper 233. May, 1998. URL: <http://www.nber.org/papers/t0233.pdf> (дата обращения: 21.07.2014).
66. *Rutherford T., Tarr D.* Regional Impacts of Russia's Accession to the WTO / World Bank. June, 2006. URL: http://siteresources.worldbank.org/INTRANETTRADE/Resources/Internal-Training/287823-1116536061368/Regional_ImpactsOfRussiasAccession-ToTheWTO.pdf (дата обращения: 12.06.2014).
67. *Scarf H.* Fixed-Point Theorems and Economic Analysis // *American Scientist*. 1983. Vol. 71. No. 3. Pp. 289–296. URL: <http://cowles.econ.yale.edu/~hes/pub/fixed%20point%20theorems.pdf> (дата обращения: 12.05.2014).
68. *Scarf H.* The Approximation of Fixed Points of a Continuous Mapping // *SIAM Journal of Applied Mathematics*. 1967. Vol. 15. No. 5. Pp. 1328–1343. DOI:10.1137/0115116.
69. *Scarf H.* The Computation of Equilibrium Prices: An Exposition // *Handbook of Mathematical Economics*. Vol. II. Eds. K. Arrow, A. Kirman. Chapter 4. 1982. Pp. 1007–1067. URL: <http://cowles.econ.yale.edu/P/cp/p05a/p0541.pdf> (дата обращения: 11.08.2014).
70. *Scarf H.E.* Economic Equilibrium and Soviet Economic Reform. Cowles Foundation Discussion Paper. No. 969. February, 1991. URL: <http://cowles.econ.yale.edu/P/cd/d09b/d0969.pdf> (дата обращения: 21.04.2014).
71. *Shapley L.S.* On Balanced Sets and Cores // *Naval Research Logistics Quarterly*. 1967. Vol. 14. No. 4. Pp. 453–460. DOI: 10.1002/nav.3800140404.
72. *Shoven J.B., Whalley J.* Applied General Equilibrium Model of Taxation and International Trade: an Introduction and Survey // *Journal of Economic Literature*. 1984. Vol. 22. Pp. 1007–1051.
73. *Souza de L.V.* An Initial Estimation of the Economic Effects of the Creation of the EurAsEC Customs Union on its Members / The World Bank. Economic Premise. 2011. No. 47. URL: http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/d-ru/dv/dru_2013_0320_07/dru_2013_0320_07_en.pdf (дата обращения: 26.03.2014).
74. *St-Hilaire F., Whalley J.* A Microconsistent Equilibrium Data Set for Canada for use in Tax Policy Analysis // *Review Income and Wealth*. 1983. Vol. 29. No. 2. Pp. 175–204. DOI: 10.1111/j.1475-4991.1983.tb00639.x.
75. *Taylor L., Black S.L.* Practical General Equilibrium Estimation of Resource Pulls under Trade Liberalization. Economic Development Report 208 / Development Research Group. Center for International Affairs Harvard University, Cambridge, Massachusetts. February, 1972. URL: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAA041.pdf (дата обращения: 17.06.2014).
76. *Taylor L., Lysy F.* Vanishing Income Redistributions. Keynesian Clues about Model Surprises in the Short Run // *Journal of Development Economics*. 1979. Vol. 6. Pp. 11–29. DOI: 10.1016/0304-3878(79)90033-6.
77. *Thissen M.* A Classification of Empirical CGE Modelling. SOM Research Report 99C01 / University of Groningen. Netherlands. December, 1998. URL: <http://som.eldoc.ub.rug.nl/FILES/reports/1995-1999/themeC/1999/99C01/99c01.pdf> (дата обращения: 28.06.2014).
78. *Walmsley T.L., Dimaranan B.V., McDougall R.A.* A Base Case Scenario for the Dynamic GTAP Model. July, 2000. URL: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/1271.pdf> (дата обращения: 11.05.2014).
79. *Wang K., Wang C., Chen J.* Analysis of the Economic Impact of Different Chinese Climate Policy Options Based on a CGE Model Incorporating Endogenous Technological Change // *Energy Policy*. 2009. Vol. 37. No. 8. Pp. 2930–2940. DOI: 10.1016/j.enpol.2009.03.023.

80. Yang Y. China's Integration into the World Economy: Implications for Developing Countries / IMF. WP/03/245. December, 2003. URL: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2003/wp03245.pdf> (дата обращения: 18.07.2014).

EMPIRICAL MODELS OF GENERAL ECONOMIC EQUILIBRIUM

D.A. Izotov

Izotov Dmitriy Aleksandrovich – PhD in Economics, Senior Research Fellow. Economic Research Institute FEB RAS, 153 Tikhookeanskaya Street, Khabarovsk, Russia, 680042. E-mail: izotov@ecrin.ru

The article considers possibilities and limitations of empirical models of general economic equilibrium and gives their classification. The author divides computable models of general economic equilibrium into two groups: the first one is based on a model of equilibrium prices (G. Scarf's approach) and the second one – on a multisectorial model of economic growth (L. Johansen's approach). The researcher also divides models of dynamic stochastic general equilibrium into two groups: the first one is based on a model of the real business cycle (F. Kydland and E. Prescott's approach) and the second one – on a model of different behavior of firms under monopolistic competition (J. Rotemberg and M. Woodford's approach). Within each group the study demarcates empirical models with the help of following criteria: an economy's scale and its openness; application to current and future assessments; analyzed socio-economic phenomenon.

Keywords: classification, general economic equilibrium, applied model of general equilibrium, computable model of general equilibrium, model of dynamic stochastic general equilibrium, Bayesian approach, external shock.

REFERENCES

1. Blaug M. *Economic Theory in Retrospect*. Moscow, 1994, 720 p. (In Russian).
2. Walras L. *Elements of Pure Economics*, Moscow, 2000, 448 p. (In Russian).
3. Makarov V.L. *Computable Model of the Russian Economy*. Moscow: Central Economics and Mathematics Institute RAS, 1999. 93 p.
4. Polbin A.V., Drobyshevsky S.M. *Building a Dynamic Stochastic General Equilibrium Model for the Russian Economy*. Moscow: Gaidar Institute for Economic Policy, 2014, 156 p. (In Russian).
5. Polterovich V.M. Crisis of Economics. *Ekonomicheskaya Nauka Sovremennoy Rossii* [The Economic Science of Contemporary Russia], 1998, no. 1, pp. 46–66. (In Russian).
6. *Development of Methodology of Quantitative Analysis of Impact of International Treaties and Agreements on Foreign Trade and International Competitiveness of the Russian Economy: Research Report*. Moscow: Centre for Economic and Financial Research (CEFIR), 2006, 162 p. Available at: <http://aisup.economy.gov.ru/niokr/materials.jsp?uuid=pprtctfs00008000hckv7cqoc4fn2v8> (accessed 10 July 2014). (In Russian).
7. Adolfson M., Lasñen S., Jesper L., Villani M. *Are Constant Interest Rate Forecasts Modest Interventions? Evidence from an Estimated Open Economy DSGE Model of the Euro Area*. Sveriges Riksbank. Working Paper Series 180. Available at: http://www.riksbank.se/Upload/WorkingPapers/WP_180.pdf (accessed 01 August 2014).
8. Agénor P.R., Izquierdo A., Fofack H. *IMMPA: A Quantitative Macroeconomic Framework for the Analysis of Poverty Reduction Strategies*. The World Bank Washington D.C. June 3, 2003. Available at: <http://ecomod.net/sites/default/files/document-conference/ecomod2003/Fofack.pdf> (accessed 18 June 2014).

9. Aguiar A.H., Walmsley T.L. *A Dynamic General Equilibrium Model of International Migration*. Center for Global Trade Analysis, Purdue University, 2010, 27 p. Available at: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/5053.pdf> (accessed 05 July 2014).
10. Alekseev A. *An Application of a Computable General Equilibrium Model for the Estimation of Effects of the New Wave of the European Union Enlargement on the Russian Economy*. Working Paper #BSP/2003/070. Moscow, New Economic School, 2003, 42 p. Available at: <http://www.nes.ru/dataupload/files/programs/econ/preprints/2003/Alexeev.pdf> (accessed 15 June 2014).
11. Andrlle M., Hledik T., Kamenik O., Vlcek J. *Implementing the New Structural Model of the Czech National Bank*. Working Paper 2009/2. Czech National Bank, Research Department, 2009. Available at: http://www.cnb.cz/en/research/research_publications/cnb_wp/download/cnbwp_2009_02.pdf (accessed 11 June 2014).
12. Armington P.S. A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. *Staff Papers – International Monetary Fund*, 1969, vol. 16, no. 1, pp. 159–178. DOI: 10.2307/3866403.
13. Arrow K.J., Debreu G. Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. *Econometrica*, 1954, vol. 22, no. 3, pp. 265–290. Available at: <http://www.jstor.org/stable/1907353> (accessed 15 August 2014).
14. Baldos U.L.C., Hertel T.W. *Development of a GTAP8 Land Use and Land Cover Data Base for Years 2004 and 2007*. GTAP Research Memorandum, no. 23, September, 2012. Available at: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/6048.pdf> (accessed 18 May 2014).
15. Bchir M.H., Decreux Y., Guïrin J.L., Jean S. *MIRAGE, a Computable General Equilibrium Model for Trade Policy Analysis*. CEPII, Working Paper, no. 2002, 17 December. Available at: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/1256.pdf> (accessed 12 July 2014).
16. Benes J., Binning A., Fukac M., Lees K., Matheson T. *K.I.T.T.: Kiwi Inflation Targeting Technology*, New Zealand. Reserve Bank of New Zealand, 2009. Available at: http://www.rbnz.govt.nz/esearch_and_publications/research_programme/additional_research/kitt/3715912.pdf (accessed 19 June 2014).
17. Bondareva O. The Core of an N Person Game. *Vestnik Leningrad University*, 1962, vol. 17, no. 13, pp. 141–142.
18. Borges A.M. *Applied General Equilibrium Models: An Assessment of their Usefulness for Policy Analysis*. Available at: <http://www.oecd.org/eco/outlook/35567467.pdf> (accessed 10 June 2014).
19. Brouwer L.E.J. Über Eineindeutige, Stetige Transformationen von Flächen in Sich. *Mathematische Annalen*, 1910, vol. 69, pp. 176–180. DOI: 10.1007/BF01456868.
20. Brubakk L., Husebo T.A., Maih J., Olsen K., Ostnor M. *Finding NEMO: Documentation of the Norwegian Economy Model*. Staff Memo 2006/6, Norges Bank. Oslo, 2006. Available at: <http://www.norges-bank.no/Upload/Publikasjoner/Staff%20Memo/2006/memo-2006-06.pdf> (accessed 05 May 2014).
21. Burgess S., Fernandez-Corugedo E., Groth C., Harrison R., Monti F., Theodoridis K., Waldron M. *The Bank of England's Forecasting Platform: COMPASS, MAPS, EASE and the Suite of Models*. Bank of England. Working Paper 471, May 2013. Available at: <http://www.bankofengland.co.uk/research/Documents/workingpapers/2013/wp471full.pdf> (accessed 16 June 2014).
22. Cantore C., Leyn-Ledesma M., McAdam P., Willman A. *Shocking Stuff: Technology, Hours, and Factor Substitution*. Working Paper 1278. European Central Bank, 2010. Available at: <http://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1278.pdf> (accessed 20 March 2014).

23. Caputo R., Medina J.P., Soto C. *The MAS: a DSGE Model for Chile Implementation and Forecasting*. Central Bank of Chile. Structural Dynamic Macroeconomic Models in Asia Pacific Economies, Bali, Indonesia, 3–4 June 2008. Available at: http://www.bis.org/reofficepubl/conf_0802_paper_8.pdf (accessed 17 April 2014).
24. Chappuis T., Walmsley T.L. *Projections for World CGE Model Baselines*. GTAP Research Memorandum, no. 22. September 2011. Available at: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/5625.pdf> (accessed 15.05.2014).
25. Christoffel K., Coenen G., Warne A. *The New Area-Wide Model of the Euro Area – a Micro-Founded Open-Economy Model for Forecasting and Policy Analysis*. Working Paper 944. European Central Bank, 2008. Available at: <http://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp944.pdf> (accessed 02.06.2014).
26. Chung H.T., Kiley M.T., Laforte J.-P. *Documentation of the Estimated, Dynamic, Optimization-based (EDO) Model of the U.S. Economy: 2010 Version*. Finance and Economics Discussion Series Working Paper 2010-29. Board of Governors of the Federal Reserve System, 2010. Available at: <http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2010/201029/201029pap.pdf> (accessed 27 July 2014).
27. Danielsson Á., Eliasson L., Gudmundsson M.F., Hauksson B.A., Jónsdóttir R., Ólafsson T.T., Pétursson T.G. *QMM: A Quarterly Macroeconomic Model of the Icelandic Economy*. Central Bank of Iceland. Working Papers 32, December 2006. Available at: <http://www.sedlabanki.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=4910> (accessed 16 April 2014).
28. Dantzig G.B. Optimal Solution of a Dynamic Leontief Model with Substitution. *Econometrica*, 1955, vol. 23, no. 3, pp. 295–302. Available at: <http://www.jstor.org/stable/1910385> (accessed 18 April 2014).
29. Decreux Y., Valin H. *MIRAGE, Updated Version of the Model for Trade Policy Analysis Focus on Agriculture and Dynamics*. CEPII, France. 15 October 2007. Available at: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/7284/2/wp070007.pdf> (accessed 20 May 2014).
30. Devarajan S., Go D.S. *A Macroeconomic Framework for Poverty Reduction Strategy Papers: With an Application to Zambia*. Africa Region. Working Paper Series, no. 38. World Bank. October 2002. Available at: <http://www.worldbank.org/afr/wps/wp38.pdf> (accessed 10 July 2014).
31. Dorich J., Johnston M., Mendes R., Murchison S., Zhang Y. *To TEM II: An Updated Version of the Bank of Canada's Quarterly Projection Model. Technical Report 100*. Canadian Economic Analysis Department. Bank of Canada. October 2013. Available at: http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2013/10/technical_report_100.pdf (accessed 01 August 2014).
32. Estrada G., Park D., Park I., Park S. *ASEAN's Free Trade Agreements with the People's Republic of China, Japan, and the Republic of Korea: A Qualitative and Quantitative Analysis*. ADB. Working Paper Series on Regional Economic Integration, no. 75, March 2011. Available at: http://aric.adb.org/pdf/workingpaper/WP75_Estrada_ASEAN_FTAs.pdf (accessed 26 April 2014).
33. Estrada G., Park D., Park I., Park S. *The PRC's Free Trade Agreements with ASEAN, Japan, and the Republic of Korea: A Comparative Analysis* / ADB. Working Paper Series on Regional Economic Integration. No. 92, January 2012. Available at: <http://www.adb.org/sites/default/files/pub/2012/wp92-prcs-free-trade-agreements.pdf> (accessed 10 April 2014).
34. Fernández-Villaverde J. *The Econometrics of DSGE Models* / National Bureau of Economic Research. Working Paper No. 14677, January 2009. Available at: <http://www.nber.org/papers/w14677.pdf> (accessed 28.07.2014).
35. Florian D., Montoro C. *Development of MEGA-D: A DSGE Model for Policy Analysis* / Banco Central de Reserva del Peru (BCRP), May 2009. Available at: <https://www.frbatlanta.org/news/CONFEREN/09qampoe/montoro.pdf> (accessed 17 June 2014).

36. Fouré J., Bénassy-Quéré A., Fontagné L. *The World Economy in 2050: a Tentative Picture*. CEPII Working paper 2010-27, 2010. Available at: <http://www.cepii.fr/anglais-graph/workpap/pdf/2010/wp2010-27-1a.pdf> (accessed 18 May 2014).
37. *Global Trade Analysis Project (GTAP)*. Available at: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu> (accessed 15 June 2014).
38. Graeve F. The External Finance Premium and the Macroeconomy: US post-WWII Evidence. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 2008, vol. 32, no. 11, pp. 3415–3440. DOI: 10.1016/j.jedc.2008.02.008.
39. Harberger A.C. The Incidence of the Corporation Income Tax. *Journal of Political Economy*, 1962, vol. 70, no. 3, pp. 215–240. Available at: <http://www.jstor.org/stable/1828856> (accessed 21 July 2014).
40. Harrison R., Nikolov K., Quinn M., Ramsay G., Scott A., Thomas R. *The Bank of England Quarterly Model*. Bank of England, London. 2005. Available at: <http://www.bankofengland.co.uk/publications/beqm> (accessed 14 May 2014).
41. Horridge M. *ORANI-G: A Generic Single-Country Computable General Equilibrium Model*. Centre of Policy Studies and Impact Project. Monash University, Australia, 2003. Available at: <http://www.economia.esalq.usp.br/intranet/uploadfiles/3297.pdf> (accessed 11 June 2014).
42. Ianchovichina E., Ivanic M., Martin W. *Implications of the Growth of China and India for the Other Asian Giant: Russia* / Policy Research. Working Paper. No. 5075, October 2009. Available at: <http://elibrary.worldbank.org/doi/pdf/10.1596/1813-9450-5075> (accessed 18 July 2014).
43. Ianchovichina E., Ivanic M., Martin W. *Implications of the Growth of China and India for the Middle East and North Africa*. Available at: <http://siteresources.worldbank.org/INTDEBTDEPT/Resources/468980-1206974166266/4833916-1253205882875/Chapter11IanchovichinaIvanicMartin.pdf> (accessed 22 May 2014).
44. Ianchovichina E., Nicita A., Soloaga I. *Trade Reform and Household Welfare: the Case of Mexico* / Policy Research. Working Paper WPS2667. August, 2001. Available at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2001/11/22/000094946_01091104014291/Rendered/PDF/multi0page.pdf (accessed 13 June 2014).
45. Johansen L. *A Multi-Sectoral Study of Economic Growth*. Amsterdam: North Holland, 2nd enlarged ed., 1974. 274 p.
46. Johnson H. Optimum Tariffs and Retaliation. *Review of Economic Studies*, 1953, vol. 21, no. 2, pp. 142–153. DOI: 10.2307/2296006.
47. Kawai M., Wignaraja G. *Asian FTAs: Trends, Prospects, and Challenges*. ADB. Economics Working Paper Series. No. 226, October 2010. Available at: <http://www.adb.org/sites/default/files/pub/2010/economics-wp226.pdf> (accessed 06 May 2014).
48. Kiyota K., Stern R.M. *Economic Effects of a Korea-U.S. Free Trade Agreement*. Korea Economic Institute. 2007, 63 p. Available at: <http://keia.org/sites/default/files/publications/07Kiyota-Stern.pdf> (accessed 18 July 2014).
49. Kumhof M., Laxton D., Muir D., Mursula S. The Global Integrated Monetary and Fiscal Model (GIMF) – Theoretical Structure / *IMF Working Paper 10/34*, 2010. Available at: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2010/wp1034.pdf> (accessed 26 April 2014).
50. Kydland F.E., Prescott E.C. Time to Build and Aggregate Fluctuations. *Econometrica*, 1982, vol. 50, no. 6, pp. 1345–1370. Available at: <http://www.jstor.org/stable/1913386> (accessed 11 July 2014).
51. Li C., Whalley J. Rebalancing and the Chinese VAT: Some Numerical Simulation Results. *China Economic Review*, 2012, vol. 23, no. 2, pp. 316–324. DOI: 10.1016/j.chieco.2011.12.002.
52. Li X., Xu D. Impact of RMB Appreciation on Trade and Labor Markets of China

and the USA: A Multi-Country Comparative General Equilibrium Model. *China & World Economy*, 2011, vol. 19, no. 2, pp. 19–39. DOI: 10.1111/j.1749-124X.2011.01233.x.

53. Lofgren H., Harris R.L., Robinson S. *A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS*. International Food Policy Research Institute. Washington, D.C. 2002. Available at: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/pubs/pubs/microcom/5/mc5.pdf> (accessed 11 April 2014).

54. Manchin M. *The Economic Effects of a Russian-EU FTA*. Tinbergen Institute. Discussion Paper TI 2004-131/2. Available at: <http://repub.eur.nl/pub/6607/2004-1312.pdf> (accessed 18 March 2014).

55. Mertens K., Ravn M.O. Understanding the Aggregate Effects of Anticipated and Unanticipated tax Policy Shocks. *Review of Economic Dynamics*, 2011, vol. 14, no. 1, pp. 27–54. DOI: 10.1016/j.red.2010.07.004.

56. Mikusheva A. Estimation of Dynamic Stochastic General Equilibrium Models. *Quantile*, 2014, no. 12, pp. 1–21. Available at: <http://quantile.ru/12/12-AM.pdf> (accessed 17 April 2014).

57. Minor P., Walmsley T. *MyGTAP Data Program: A Program for Customizing and Extending the GTAP Database*. GTAP Working Paper, no. 79, 2013. Available at: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/6660.pdf> (accessed 02 May 2014).

58. Murchison S., Rennison A. *ToTEM: The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model. Technical Report 97* / Bank of Canada, 2006. Available at: <http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2010/01/tr97.pdf> (accessed 23 June 2014).

59. Paltsev S., Rutherford T., Zemnitsky A. *Assessment of Marginal Excess Burden of Taxation Based on a CGE Model*. Department of Economics, University of Colorado, 2000, mimeo. Available at: http://web.mit.edu/paltsev/www/docs/tax_russian.pdf (accessed 28 March 2014). (In Russian).

60. Park C.Y., Zhai F. *Asia's Imprint on Global Commodity Markets*. ERD Working Paper, no. 90, December 2006. Available at: <http://www.adb.org/sites/default/files/pub/2006/WP090.pdf> (accessed 25 May 2014).

61. Pesenti P. The Global Economy Model: Theoretical Framework // *IMF Staff Papers*, 2008, vol. 55, no. 2, pp. 243–284. Available at: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/staffp/2008/02/pdf/pesenti.pdf> (accessed 19 April 2014).

62. Plummer M.G., Cheong D., Hamanaka S. *Methodology for Impact Assessment of Free Trade Agreements*. Mandaluyong City, Philippines. Asian Development Bank, 2010, 110 p.

63. Rattso J. Different Macroclosures of the Original Johansen Model and their Impact on Policy Evaluation. *Journal of Policy Modeling*, 1982, vol. 4, no. 1, pp. 85–97. DOI: 10.1016/0161-8938(82)90006-0.

64. Robilliard A.S., Bourguignon F., Robinson S. *Crisis and Income Distribution: A Micro-Macro Model for Indonesia*, June 2001. Available at: http://siteresources.worldbank.org/INTPSIA/Resources/490023-1171549810534/14988_Indonesia_Crisis.pdf (accessed 18 May 2014).

65. Rotemberg J.J., Woodford M. *An Optimization-Based Econometric Framework for the Evaluation of Monetary Policy: Expanded Version*. NBER Technical Working Paper 233, May 1998. Available at: <http://www.nber.org/papers/t0233.pdf> (accessed 21 July 2014).

66. Rutherford T., Tarr D. *Regional Impacts of Russia's Accession to the WTO*. World Bank, June 23, 2006. Available at: http://siteresources.worldbank.org/INTRANETTRADE/Resources/Internal-Training/287823-1116536061368/Regional_ImpactsOfRussiasAccession-ToTheWTO.pdf (accessed 12 June 2014).

67. Scarf H. Fixed-Point Theorems and Economic Analysis. *American Scientist*, 1983, vol. 71, no. 3, pp. 289–296. Available at: <http://cowles.econ.yale.edu/~hes/pub/fixe%20point%20theorems.pdf> (accessed 12 May 2014).

68. Scarf H. The Approximation of Fixed Points of a Continuous Mapping. *SIAM Journal of Applied Mathematics*, 1967, vol. 15, no. 5, pp. 1328–1343. DOI:10.1137/0115116.
69. Scarf H. The Computation of Equilibrium Prices: An Exposition. *Handbook of Mathematical Economics*, vol. II, eds. K. Arrow, A. Kirman, Chapter 4, 1982, pp. 1007–1067. Available at: <http://cowles.econ.yale.edu/P/cp/p05a/p0541.pdf> (accessed 11 August 2014).
70. Scarf H.E. *Economic Equilibrium and Soviet Economic Reform*. *Cowles Foundation Discussion Paper 969*, February 1991. Available at: <http://cowles.econ.yale.edu/P/cd/d09b/d0969.pdf> (accessed 21 April 2014).
71. Shapley L.S. On Balanced Sets and Cores. *Naval Research Logistics Quarterly*, 1967, vol. 14, no. 4, pp. 453–460. DOI: 10.1002/nav.3800140404.
72. Shoven J.B., Whalley J. Applied General Equilibrium Model of Taxation and International Trade: an Introduction and Survey. *Journal of Economic Literature*, 1984, vol. 22, pp. 1007–1051.
73. Souza de L.V. *An Initial Estimation of the Economic Effects of the Creation of the EurAsEC Customs Union on its Members*. The World Bank. Economic Premise, 2011, no. 47. Available at: http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/d-ru/dv/dru_2013_0320_07/_dru_2013_0320_07_en.pdf (accessed 26 March 2014).
74. St-Hilaire F., Whalley J. A Microconsistent Equilibrium Data Set for Canada for use in Tax Policy Analysis. *Review Income and Wealth*, 1983, vol. 29, no. 2, pp. 175–204. DOI: 10.1111/j.1475-4991.1983.tb00639.x.
75. Taylor L., Black S.L. *Practical General Equilibrium Estimation of Resource Pulls under Trade Liberalization*. *Economic Development Report 208*. Development Research Group. Center for International Affairs Harvard University, Cambridge, Massachusetts. February 1972. Available at: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAA041.pdf (accessed 17 June 2014).
76. Taylor L., Lysy F. Vanishing Income Redistributions. Keynesian Clues about Model Surprises in the Short Run. *Journal of Development Economics*, 1979, vol. 6, pp. 11–29. DOI: 10.1016/0304-3878(79)90033-6.
77. Thissen M. *A Classification of Empirical CGE Modelling*. *SOM Research Report 99C01*. University of Groningen. Netherlands. December 1998. Available at: <http://som.eldoc.ub.rug.nl/FILES/reports/1995-1999/themeC/1999/99C01/99c01.pdf> (accessed 28 June 2014).
78. Walmsley T.L., Dimaranan B.V., McDougall R.A. *A Base Case Scenario for the Dynamic GTAP Model*, July 2000. Available at: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/1271.pdf> (accessed 11 May 2014).
79. Wang K., Wang C., Chen J. Analysis of the Economic Impact of Different Chinese Climate Policy Options Based on a CGE Model Incorporating Endogenous Technological Change. *Energy Policy*, 2009, vol. 37, no. 8, pp. 2930–2940. DOI: 10.1016/j.enpol.2009.03.023.
80. Yang Y. *China's Integration into the World Economy: Implications for Developing Countries*. IMF. WP/03/245. December 2003, Available at: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2003/wp03245.pdf> (accessed 18 July 2014).