

*Ю. А. Дзюба<sup>1,2\*</sup>*

## **Использование CGE-моделей для анализа эффектов климатической политики в России: литературный обзор**

<sup>1</sup> Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация

\* эл. почта: Dzyuba\_YA@mail.ru

**Аннотация.** В рамках настоящей работы представлен подробный литературный анализ, основная цель которого – рассмотрение характеристик и особенностей CGE-моделей (построенных для Российской Федерации), выявление их основных недостатков и достоинств, а также определение теоретических пробелов и потенциальных областей развития в контексте моделирования российской экономики. В основу представленного обзора по большей мере легли работы, оценивающие последствия проведения эколого-климатической политики. По результатам исследования были выявлены основные недостатки и преимущества используемых моделей, описаны полученные результаты, оценена их корректность, выявлены «пробелы» в теории, а также представлены рекомендации по улучшению анализируемого аппарата в контексте исследования отечественной макросистемы. Во всех рассмотренных нами работах встречаются выводы о возможных негативных последствиях, сопряженных с внедрением эколого-климатического инструментария фискальными властями: бремя подобных решений почти всегда ложится на домашние хозяйства, сказывается на доходной части бюджета. Данные последствия могут быть нивелированы в долгосрочной перспективе при помощи грамотной инвестиционной политикой государства, а также диверсификацией экономики.

**Ключевые слова:** CGE-модель, климатическая политика, литературный анализ

*Yu. A. Dzyuba<sup>1,2</sup>*

## **Using CGE models to analyze the effects of climate policy in Russia: a literature review**

<sup>1</sup> National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: Dzyuba\_YA@mail.ru

**Abstract.** The current work presents a detailed literary analysis. The chief aim of the study is to examine the characteristics and features of CGE models (constructed for the Russian Federation), identify their key shortcomings and advantages, as well as to determine theoretical gaps and potential areas for development in the context of modeling the Russian economy. The review is largely based on studies evaluating the consequences of implementing environmental and climate policies. By the findings of the research the key shortcomings and advantages of the models used were identified, the results obtained were described, their correctness was evaluated, "gaps" in the theory were identified, and recommendations were as well presented for improving the analyzed apparatus in the context of studying the domestic macro system. All the reviewed studies draw conclusions about the possible negative consequences associated with the implementation of environmental and climate instruments

by fiscal authorities: the burden of such decisions almost always falls on households and affects the revenue side of the budget. These consequences might be mitigated in the long term through a state competent investment policy, as well as by economic diversification.

**Keywords:** CGE-model, climate policy, literature review

### *Введение*

На данный момент, несмотря на растущий объем зарубежных исследований, проводимых с опорой на CGE-подход (англ. Computable general equilibrium), прослеживается определенный дефицит отечественных публикаций, которые используют упомянутый модельный аппарат и анализируют посредством него проблемы как общеэкономического, так и эколого-климатического характера. Одновременно с этим в академической литературе не хватает комплексных литературных обзоров по CGE-тематике [1], структурирующих основные направления исследований и обозначающих существующие теоретические пробелы. Также в контексте существующих целей и задач по переходу к низкоуглеродному развитию, обозначенному в рамках Стратегии социально-экономического развития РФ (2021) [2], усиливается и потребность в теоретически обоснованном инструментарии, способном количественно оценить макроэкономические эффекты от внедрения мер климатического регулирования и позволяющем выбрать оптимальные решения для их дальнейшей реализации.

Многогранность рассматриваемой проблематики, неизбежно возникающая ввиду особенностей функционирования российской системы хозяйствования [3-5], дополнительно подтверждает высокую потребность в развитии данного класса моделей. Ввиду существующего экспортного потенциала России важнейшим экономическим драйвером по-прежнему является топливно-энергетический комплекс, любые шоки в котором неизбежно распространяются на всю экономику и приводят к соответствующим негативным последствиям. Выполнение поставленных задач усложняется наличием внешнеполитических шоков, в том числе и в виде наложенных на РФ санкций. Следовательно, внедрение мер климатического регулирования без обоснованного модельно-экспериментального анализа может спровоцировать последующее сокращение уровня производства внутри системообразующих отраслей, которое приведет к падению доходов бюджета и, как итог, к снижению общественного благосостояния.

В рамках настоящей работы представлен подробный литературный анализ, основная цель которого – рассмотрение характеристик и особенностей CGE-моделей, построенных для Российской Федерации, выявление их основных недостатков и достоинств, а также определение теоретических пробелов и потенциальных областей развития в контексте моделирования российской экономики. В основу представленного обзора по большей мере легли работы, оценивающие последствия проведения эколого-климатической политики. Публикация считалась подходящей для анализа, если она обладала достаточным уровнем цитируемости и была опубликована в рецензируемых журналах с первого по третий квартиль включительно.

По результатам исследования были выявлены основные недостатки и преимущества используемых моделей, описаны полученные результаты, оценена их корректность, выявлены «пробелы» в теории, а также представлены рекомендации по улучшению анализируемого аппарата в контексте исследования отечественной макросистемы.

### *Методы и материалы*

Для достижения поставленной цели была сформирована выборка статей, анализирующих посредством CGE-подхода влияние эколого-климатической политики в рамках конкретной экспортоориентированной ресурсной макросистемы. Для этого в международных системах индексирования рецензируемой научной литературы Scopus и Web of Science при помощи алгоритма, описанного ранее в работе автора [6], были идентифицированы все релевантные научные труды (15 статей, посвященных экономике Российской Федерации).

### *Общие характеристики CGE-моделей*

CGE-подход является достаточно гибким инструментом экономико-математического моделирования, который позволяет производить количественную оценку макроэкономических флуктуаций и при этом принимать во внимание конъюнктурные особенности отдельно взятых систем хозяйствования. Идеологически описываемый модельный аппарат опирается на концепцию общего равновесия Л. Вальраса, а также учитывает существующие межотраслевые взаимосвязи в части производства. Основой для любой модели типа CGE является система нелинеаризованных уравнений, решение которых позволяет получить общеэкономическое равновесие, сводящееся к балансу спроса и предложения на моделируемых рынках (рынки конечных товаров, факторов производства и др.). CGE-модели предполагают наличие рациональных экономических агентов, решающих свои оптимизационные задачи: домашние хозяйства, которые максимизируют собственную полезность; фирмы различных отраслей, максимизирующие прибыль; государство, выступающее в качестве социального планировщика или использующее фискальный инструментарий для достижения определенных целей [5]. Второй неотъемлемый элемент модельного комплекса – база данных, состоящая из межотраслевых и межинституциональных финансовых потоков в экономике, информация о которых содержится в матрице учета социальных показателей (англ. social account matrix, SAM), а также из значений ранее оцененных поведенческих параметров.

CGE-модели можно разделить на три вида: статические, динамические и гибридные. Первый тип предполагает использование сравнительной статики для выявления реакции экономической системы на изменение её основных предпосылок; второй, динамический, – используется для многопериодного анализа и генерирует решения для каждого из многих последовательных временных отрезков; третий вид комбинирует или различные CGE-подходы к моделированию (например, «bottom-up» и «top-down»), или стандартные CGE-модели с эконометрическим, агентно-ориентированным и нейросетевым аппаратами.

Современные версии CGE-моделей экспортоориентированных ресурсных экономик обычно имеют схожую друг с другом производственную структуру, в рамках которой моделируются фирмы из различных подотраслей топливно-энергетического комплекса (рис. 1).

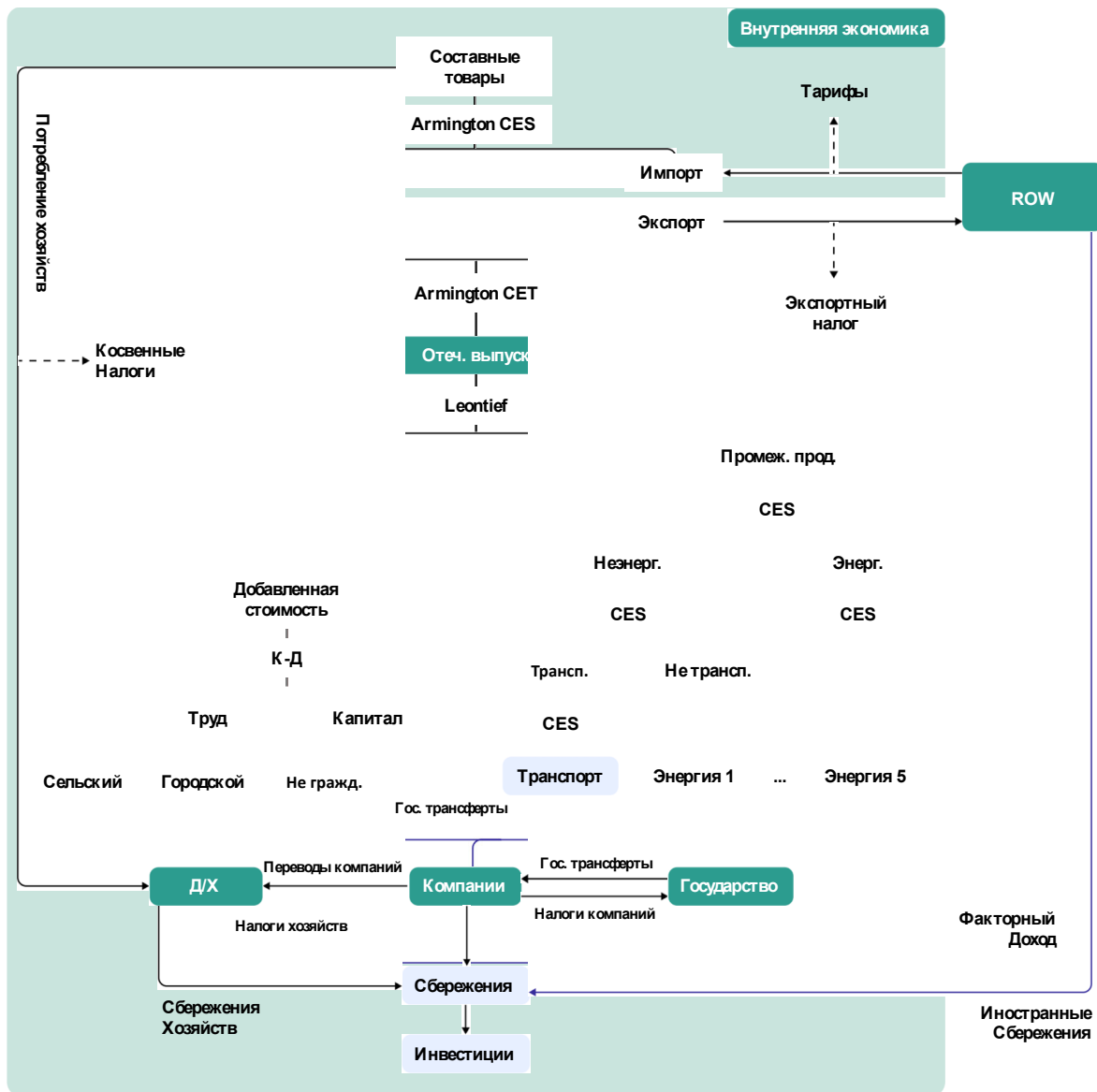


Рис. 1. Стандартная производственная структура экспортоориентированной ресурсной макросистемы

Подобные воссоздаваемые макросистемы включают репрезентативные домашние хозяйства различного типа, государственный сектор (фискальные и монетарные регуляторные органы) и множество секторов отечественного производства, использующих в качестве факторов труд, капитал, энергию, а также исчерпаемые природные ресурсы.

Поскольку в рамках создания модельной системы предполагается наличие начального равновесия, то с исследовательской точки зрения немаловажно рас-

смотреть и отклонение от него, спровоцированное потрясениями различной природы. Чаще всего в качестве подобных, выводящих экономику из равновесного состояния, шоков выступают или смены режимов экономической политики (по большому счету – фискальной), или экзогенные изменения производственного, структурного, технологического и ценового характеров.

### *Обзор CGE-моделей российской экономики*

Проведенный анализ показывает, что большинство рассмотренных нами работ эколого-экономической направленности, посвященных исследованию отечественной макросистемы, акцентируют особое внимание на моделировании топливно-энергетического комплекса и шоков, спровоцированных как внутренней [7, 8], так и внешней климатической политикой [8-11]. В рамках проведенного обзора подтвердилась важность учета существующей специализации страны и её роли в системе международных торговых отношений: чаще всего модельная экономика воссоздается или в качестве неотъемлемой составляющей глобальной замкнутой системы [8, 10, 11], или как однострановая детально описанная конструкция, взаимодействующая с остальным миром [3, 7, 12, 14]. Учитывается и отличительная структура акционерного капитала в системообразующих отраслях [3, 12], особая роль государственного сектора [3, 7, 12-13], а также актуальные на момент написания работ решения фискальных властей в области ценового или торгового регулирования [3, 12-14]. Косвенно или напрямую затрагивается проблематика ресурсной зависимости и острой необходимости в дифференциации национального производства [10, 11].

Так, в статье Р. Лохова и Х. Вельша (2008) исследуются макросекторальные эффекты и возможные выгоды от внедрения системы торговли квотами на выбросы углекислого газа между Российской Федерацией и странами Евросоюза [9]. Для достижения поставленных целей авторы использовали рекурсивно-динамическую многорегиональную (предполагается, что Россия торгует со странами ЕС-15<sup>1</sup>) CGE-модель с 10 секторами производства (в том числе нефтегазодобывающие, угольный и электрогенерирующие секторы). Особое внимание в работе уделяется энергетическому сектору, а в качестве дополнительного производственного фактора вводится энергия, формируемая за счет ископаемых видов топлива и электричества. Производство первичной энергетической продукции (нефть, газ и уголь) моделируется в два этапа, представленных на рис. 2.

Авторы заключают, что внедрение системы торговли выбросами в условиях наличия «киотских ограничений» способствует повышению благосостояния агентов в Российской Федерации за счет создания дополнительных доходов (ренды) от продажи прав на генерацию парниковых выбросов. Одновременно с этим наблюдается значительный спад в топливно-энергетических секторах (уголь, нефть и газ) и в энергоёмких отраслях отечественного производства (в особенности – в транспортном секторе), в то время как сельское хозяйство, ма-

---

<sup>1</sup> Бельгия, Нидерланды и Люксембург были при объединены в один макрорегион, при этом в анализе учитывалась Великобритания.

шиностроение (инвестиционные товары) и услуги получают явную выгоду от внедрения системы торговли квотами.

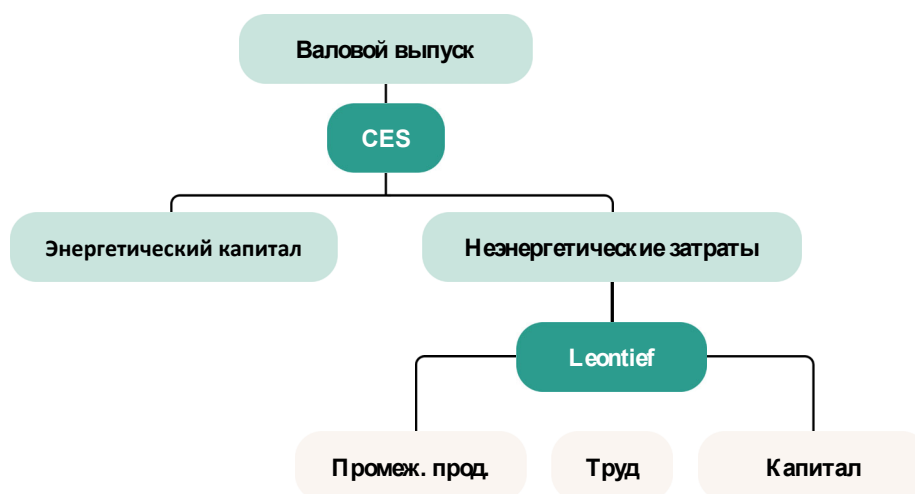


Рис. 2. Схема производства первичной энергии в работе [9]

В работе А. Орлова и Х. Грете (2012) посредством модифицированной версии сравнительной статистической модели STAGE [15] оцениваются экономические последствия введения углеродного налога в условиях совершенной конкуренции или олигополии Курно. Модификация модельной системы сводится к следующему: подразумевается наличие дополнительного производственного фактора в виде топлива, потребляемого неэнергетическими секторами промежуточного производства и приводящего к наличию факторного и межтопливного замещения в производственных неэнергетических секторах; имеет место вложенная система расходов домохозяйств на энергетические и неэнергетические композиты; моделируется комплексная структура энергетической отрасли, которая сепарируется по видам ресурсов, используемых для генерации электроэнергии; вводится олигополистическая конкуренция по Курно с однородными продуктами и симметричными фирмами для рынков ископаемой продукции, а также нефтяной и химической промышленности [7, р. 698].

Опираясь на результаты модельной симуляции, авторы заключают, что в условиях совершенной конкуренции замена налогов на труд углеродными налогами приводит к существенному эффекту «двойного дивиденда», при этом прирост показателя благосостояния в значительной степени зависит от эластичности предложения труда и эластичности замещения между трудом, капиталом и энергетическими товарами. Продукция энергетической отрасли, произведенная внутри страны, становится более конкурентоспособной как на внутреннем, так и на внешних рынках из-за снижения производственных издержек и девальвации национальной валюты, что в конечном итоге обуславливает рост энергетического экспорта. В противовес этому, в значительной мере страдает высокоуглеродное энергоемкое производство (производство электричества, металлургиче-

ская, деревообрабатывающая и химическая промышленность), теряющее долю на отечественных и зарубежных рынках.

Таким образом, опираясь на результаты модельной симуляции, проводимой в условиях совершенной конкуренции, можно заключить, что углеродное налогообложение в целом негативно сказывается на макросистеме. Однако в то же время сокращение налогов на труд перераспределяет доходы в пользу бедных домохозяйств, что повышает общее благосостояние и сокращает неравенство в стране. В условиях же олигополистической конкуренции, в большей степени соответствующей российским реалиями, анализируемая фискальная реформа обходится дороже с точки зрения общественного благосостояния. Внедрение рассматриваемых в статье мер эколого-климатической политики при наличии несовершенной конкуренции приводит к следующим симуляционным результатам: росту рыночной власти отечественных газодобывающих фирм на внешнем рынке за счет более высокой доли РФ; к сокращению субоптимального объема производства и увеличению наценок в ряде секторов (в частности, увеличиваются наценки на продукцию химической отрасли и на металлы) из-за роста средних постоянных издержек и снижения конкуренции в результате ухода фирм; наблюдаемые в прошлой симуляции искажения частично нивелируются за счет более низкой цены производителя, а также ввиду сокращения наценки на продаваемые внутри страны полезные ископаемые, что напрямую связано с появлением дополнительных поставщиков, как итог – наценка на нефтяную продукцию снижается.

В последующей серии работ, опубликованных в 2015 г., А. Орлов смещает акцент в сторону вопросов, связанных с торговлей отечественной углеводородной продукцией и с повышением её конкурентоспособности на мировых энергетических рынках [3, 12]. При этом автор также закономерно затрагивает и эколого-климатический аспект вопроса, состоящий в эффекте рассматриваемых фискальных шоков на динамику выбросов углекислого газа. В первой статье он исследует потенциальное влияние решения правительства Российской Федерации компенсировать снижение экспортных пошлин на сырую нефть и нефтепродукты повышением налога на добычу полезных ископаемых с целью стимулирования роста конкурентоспособности отечественных энергоносителей на внешнем рынке и, как следствие, для последующего увеличения нефтегазовых доходов бюджета [3]. Помимо этого, анализируются гипотетические последствия сценария, при котором пошлины и НДС заменяются чистыми рентными налогами. Во втором исследовании А. Орлов рассчитывает оптимальное значение внутреннего уровня цены на газ и анализирует экономические последствия его роста [12]. В обоих случаях автор опирается на одностороннюю версию модели STAGE [15], расширенную теми же, что и в прошлой работе, модификациями [7], и в рамках представленных исследований учитывающую более реалистичную структуру акционерного капитала предприятий нефтегазодобывающей промышленности (государство наравне с домашними хозяйствами владеет нефтегазовыми фирмами), а также особенности административного регулирования внутренних цен на газ [3, 12].

По результатам оценки фискальной политики автор получает следующие теоретические результаты: замена экспортных пошлин налогом на добычу полезных ископаемых обеспечивает существенное повышение эффективности распределения ресурсов, но данная политика не является оптимальной, поскольку благосостояние может быть существенно улучшено при полном вымещении экспортных пошлин и НДС чистыми налогами на ренту. С другой стороны, снижение экспортных пошлин на сырую нефть и нефтепродукты приводит к сильному укреплению национальной валюты, в результате отечественные производители становятся менее конкурентоспособными на внутренних рынках, и, как следствие, наблюдается массовый рост спроса на импортную продукцию.

Из интересных результатов, полученных автором в рамках второй исследовательской работы, можно выделить следующие моменты: повышение внутреннего уровня цен на газ приводит к повышению благосостояния, однако единая цена на газ не обеспечивает максимального повышения благосостояния; изменение уровня благосостояния, обусловленное повышением внутренней цены на газ зависит, по большей мере, от ценовой эластичности экспорта и внутреннего спроса на газ<sup>2</sup>; повышение внутренних цен обусловлено увеличением государственных доходов, что объясняется структурой акционерного капитала ПАО «Газпром», а также увеличением поступлений от экспортных налогов на сырую нефть и природный газ; повышение внутренней цены на газ приводит к сокращению CO<sub>2</sub> от газа, в то время как выбросы от угля и нефтепродуктов закономерно увеличиваются (как итог – снижение кумулятивных парниковых выбросов, связанное, в первую очередь, со структурой потребления ископаемых энергоносителей в стране); газо- и электроемкие отрасли (металлургическая, химическая, горнодобывающая, деревообрабатывающая и бумажная промышленность) подвергаются неблагоприятному воздействию из-за увеличения затрат на энергию; сектор производства электроэнергии переключается с технологий, работающих на газе, на технологии, работающие на угле, в ответ на более высокую внутреннюю цену на газ; отечественные производители некоторых трудоемких и капиталоемких товаров (сельскохозяйственная продукция, продукты питания, частные и торговые услуги) становятся более конкурентоспособными на внутреннем и внешнем рынках благодаря снижению капитальных и трудовых затрат, а также обесцениванию валюты; моделируемая макросистема переключается с энергетики на неэнергоемкие отрасли в ответ на повышение цены на газ [12, р. 503].

В работе 2017 г., написанной в соавторстве с А. Аахеймом, А. Орлов возвращается к экологической проблематике и анализируют воздействие международной климатической политики на российскую и европейские экономики [8]. Для этого авторы использовали динамическую мультирегиональную модель GRACE с несколькими отраслями [16], которую модернизировали посредством внедрения несовершенной конкуренции на газовом рынке и рынке «старого капитала» (англ. vintage capital approach). Технологии производства в электроэнер-

---

<sup>2</sup> Чем эластичнее экспортный и внутренний спрос на газ, тем больше прирост благосостояния.



гетическом секторе моделируются в качестве несовершенных субституты, с целью изображения процесса переключения с одной технологии генерации энергии на другую. Чтобы оценить влияние климатической политики во всем остальном мире и непосредственно в России, авторы разработали сценарии, учитывающие разные варианты реализации, определяемых на национальном уровне вкладов, разными странами, а также предполагающие внедрение различных инструментов эколого-климатической политики – экспортные налоги, отмена газовых субсидий, посредством которых затем продемонстрировали отклик анализируемой системы на возникающие шоки.

Основные результаты сценарного моделирования сводятся к следующему: международная климатическая политика приводит к снижению доходов от экспорта ископаемого топлива и сокращению частного благосостояния; на отраслевом уровне авторы отмечают рост конкурентоспособности отечественных энергоёмких товаров (химическая, металлургическая, добывающая промышленность и транспортные услуги) на внутреннем и внешнем рынке, что активно способствует развитию отечественного производства и увеличению экспортных товаров данных секторов отечественной экономики; частное потребление, в свою очередь, сокращается из-за падения реальных доходов населения; реализация сценария, подразумевающего отмену газовых субсидий и экспортных налогов на сырую нефть, нефтепродукты и газ, приводит к активному сокращению генерируемых Россией парниковых газов, однако в то же время сопровождается повышением внутренних цен на энергоресурсы, что закономерно способствует снижению внутреннего производства и экспорта энергоёмкой продукции; ужесточение подобной фискальной реформы в энергетическом секторе внедрением системы торговли квотами ожидаемо приводит к ещё большему снижению конкурентоспособности отечественных энергоёмких товаров за счет роста их цен.

В то же время выходит исследование, посвященное анализу эколого-климатических эффектов от вступления Российской Федерации во Всемирную торговую организацию (далее – ВТО) [14]. Для этого авторы разрабатывают модельную систему, содержащую торговый и экологический блок, а также подразумевающую наличие межтопливного замещения в производственных секторах и в структуре потребительских расходов. Используемая CGE-модель представляет расширенную версию ранее созданной авторами структуры с 10 агрегированными российскими регионами<sup>3</sup>, с 30 производственными отраслями<sup>4</sup> [10], и предполагает наличие возрастающей отдачи от масштаба, монополистической конкуренции и эндогенного изменения производительности в несовершенной конкурентных секторах. Алгебраическое ядро представленной системы было воссоздано на основе ранее опубликованной работы Й. Дженсена и др. [18]. В рамках математического описания многорегиональной экономической системы авторами предполагалось, что предприятия функционируют на региональном

---

<sup>3</sup> Москва, Санкт-Петербург, Тюмень, Северо-Западный регион, Северный регион, Центральный регион, Южный регион, Урал, Сибирь, Дальний Восток.

<sup>4</sup> Подразделяющиеся, в свою очередь, на совершенно конкурентные, несовершенной конкурентные и несовершенной конкурентные бизнес-услуги с прямыми иностранными инвестициями.

уровне, а в качестве производственных факторов выступают квалифицированная, неквалифицированная рабочая сила<sup>5</sup>, три вида капитала, а также импортируемые в страну управленческий опыт и технологии фирм. Модель также учитывает динамику выбросов углекислого газа и шести других загрязняющих атмосферу веществ. Генерация CO<sub>2</sub> обусловлена потреблением угля, природного газа и нефтепродуктов, причем коэффициенты дифференцированы в зависимости от удельного содержания углерода в топливе.

По итогам модельной оценки авторы заключают, что вступление в ВТО способствует ухудшению экологической обстановки, которое характеризуется увеличением степени загрязненности окружающей среды в России. Подобное негативное влияние обусловлено ростом производственных объемов и расширением «грязных» производств, причем данные эффекты очевидно доминируют над положительным воздействием, связанным с импортом новых, более эффективных технологий.

В 2018 г. отечественный исследователь И. А. Макаров совместно с коллегами из Массачусетского технологического института публикуют статью, в рамках которой посредством межрегиональной CGE-модели оцениваются возможные экономические последствия от принятия Парижского соглашения для экономики Российской Федерации [10]. Авторы используют шестую версию модели EPPA [19, 20] для анализа трех сценариев до 2050 г., отражающих решения различных стран (в т. ч. и Российской Федерации) в отношении климатической политики.

По результатам сценарной оценки авторский коллектив заключает, что во всех вариантах развития событий Россия способна без особых усилий достигнуть заявленных в рамках ОНУВ целей, однако в то же время потенциальное сокращение спроса у остальных государств и, следовательно, падение цен на традиционные энергоносители неизбежно приводят к падению экспортных доходов страны, определяемых в существенной мере продажей углеводородной продукции за рубеж. Как итог – происходит замедление темпов экономического развития у экономик ресурсного типа. В качестве путей преодоления подобных рецессионных явлений авторы рассматривают три дополнительных сценария, при которых финансовые ресурсы перенаправляются из топливно-энергетического комплекса в развитие человеческого капитала. В более современной версии этой же статьи пересматриваются полученные ранее результаты и дается актуальная оценка влияния текущих усилий по достижению глобальных целей Парижского соглашения со стороны основных импортеров традиционных энергоносителей отечественного производства на российскую экономику [11]. Для этого они также используют рекурсивно-динамическую многорегиональную EPPA-модель шестой версии [20], SAM-матрицу для которой были взяты данные из информационной базы GTAP [21].

Благодаря количественным оценкам, полученным в рамках данных статей, можно сделать вывод о наличии негативных последствий для российской эконо-

---

<sup>5</sup> Предполагается, что рабочая сила является немобильной и не перемещается между регионами.

мики, обусловленных потенциальным отказом мировых держав от традиционных энергоносителей в пользу альтернативных источников энергии: снижение спроса на традиционные источники энергии приводит к сокращению их стоимости и, как итог, к уменьшению доходов от экспорта, приводящему к спаду ВВП и ухудшению благосостояния населения.

В ещё одном исследовании А. Орлова (2017) также при помощи модифицированной модели GRACE анализируются распределительные эффекты, спровоцированные отменой неявной субсидии на потребление природного газа в России [13]. Автор агрегировал все виды товаров в 23 типовые группы, а также объединил все иностранные экономические системы, представленные в исходной версии модели, в остальной мир, поскольку проводимый анализ был сосредоточен на происходящих внутри России процессах. Все технологии производства электроэнергии, указанные в базе данных GTAP9-Power, были объединены в газовые, угольные, ядерные, гидроэнергетические и прочие возобновляемые источники энергии. Помимо этого, А. Орлов, опираясь на данные Государственной службы статистики, расширяет одно репрезентативное домохозяйство до 10 групп, дифференцированных по уровню доходов. Также была скорректирована система налогообложения энергоносителей, представленная в исходной версии модели<sup>6</sup>. В рамках модернизации модельной системы помимо прочего был учтен факт владения государством предприятиями нефтегазовой промышленности.

Автором было установлено, что отмена неявных газовых субсидий способствует повышению общего уровня благосостояния в стране, однако в то же время повышение регулируемой внутренней цены на газ может оказать сильное негативное воздействие на бедные домохозяйства, что в первую очередь обусловлено структурой их потребительских расходов: бедные домохозяйства значительную часть своего дохода тратят на газ, электроэнергию и отопление. Одновременно с этим авторы исследования отмечают, что использование дополнительных государственных доходов, сформированных за счет повышения газовых цен, позволяет смягчить данное негативное воздействие и тем самым повысить частное благосостояние агентов данного подкласса. Помимо прочего, повышение внутренней цены на газ приводит к значительному сокращению выбросов парниковых газов за счет снижения потребления. Результаты проведенной модельной оценки также указывают на целесообразность инвестирования в повышение энергоэффективности зданий, что в долгосрочной перспективе приведет к усилению сокращения выбросов антропогенно-генерируемых газов и росту благосостояния домохозяйств с низким и средним уровнем дохода.

### *Результаты и обсуждение*

Исходя из результатов проведенного литературного обзора статей, посвященных экономике РФ, можно заключить, что большая часть работ в том или

---

<sup>6</sup> Согласно базе данных GTAP9-Power экспортная пошлина на газ в России составляет более 300%, тогда как согласно НК РФ ставка экспортной пошлины на природный газ установлена на уровне 30%. Более того, база данных GTAP9-Power показывает высокие налоги с продаж на потребление газа, тогда как внутренние цены на газ в России административно регулируются и существенно ниже экспортных нетбэк-цен [13, р. 593].

ином виде анализирует влияние внешних шоков, обусловленных характерными климатическими решениями в остальном мире [8, 13]. Одновременно с этим заметен и широкий спектр инструментов эколого-климатической политики, последствия внедрения которых исследуются в рамках воссоздаваемой модельной системы: введение углеродных и экспортных налогов [7, 8], отмена энергетических субсидий [8, 13] и внедрение системы торговли квотами [8, 9]. Чаще всего Российская Федерация моделируется или в качестве мало-торгующей с остальным миром экономики (модифицированная версия модели STAGE) с детальным описанием ряда системообразующих отраслей (по большей мере это топливно-энергетический комплекс) [3, 7, 12], или в качестве составляющей глобальной замкнутой системы торговых отношений (модели EPPA, GRACE) [8, 13].

Учет олигополистической конкуренции в работах А. Орлова является бесспорным преимуществом, которое соответствует реалиям современной России. На топливно-энергетических рынках действительно существует малое число игроков, демонстрирующих при этом высокие значения прибыльности, наблюдаемые при отсутствии макроэкономических потрясений как у отдельно взятых фирм, так и по отрасли в целом. В среднем же норма рентабельности продаж для нефтегазовой отрасли России с 2011 г. по 2019 г. включительно равнялась 12,1%, при этом большинство компаний на анализируемом временном промежутке регулярно демонстрируют высокие значения данного коэффициента (рис. 3). Все это говорит о наличии явных признаков олигополистической (или в ряде случаев – монополистической) конкуренции на рынках добычи и транспортировки углеводородной продукции России. Вместе с этим важно отметить, что крупнейшие предприятия, добывающие нефть и газ, являются государственными. Так, например, доля, контролируемая Российской Федерацией в структуре акционерного капитала ПАО «Газпром», составляет более 50,2%, а в ПАО «НК «Роснефть» – 69,5%.

Явное преимущество глобальных моделей (EPPA, GRACE, STAGE) состоит в моделировании торговых потоков между различными макрорегионами мира, что обуславливает применение данной версии модели в исследованиях, анализирующих влияние политического шока (по большей мере фискально-климатического) в одной стране, на макросистемы других государств. Данные модельные системы подойдут для изучения природы распространения шока с одной экономики на глобальную замкнутую макросистему и позволят оценить, последующие за потрясением, общеэкономические тенденции. Однако, в связи с повсеместным упрощением и отсутствием детального описания отраслей, поведения домашних хозяйств, а также особенностей формирования бюджетов и фискальных решений, их применение в контексте анализа отдельно взятой экспортоориентированной ресурсной экономики может оказаться нецелесообразным. Более того, представленные модельной системой прогнозы по большей мере иллюстрируют общую тенденцию развития и вектор направления мировых экономик. Для исследований отдельных экономик и происходящих внутри них процессов следует

произвести модернизацию глобальных моделей, состоящую в дезагрегировании экономики и детальном описании системообразующих секторов.

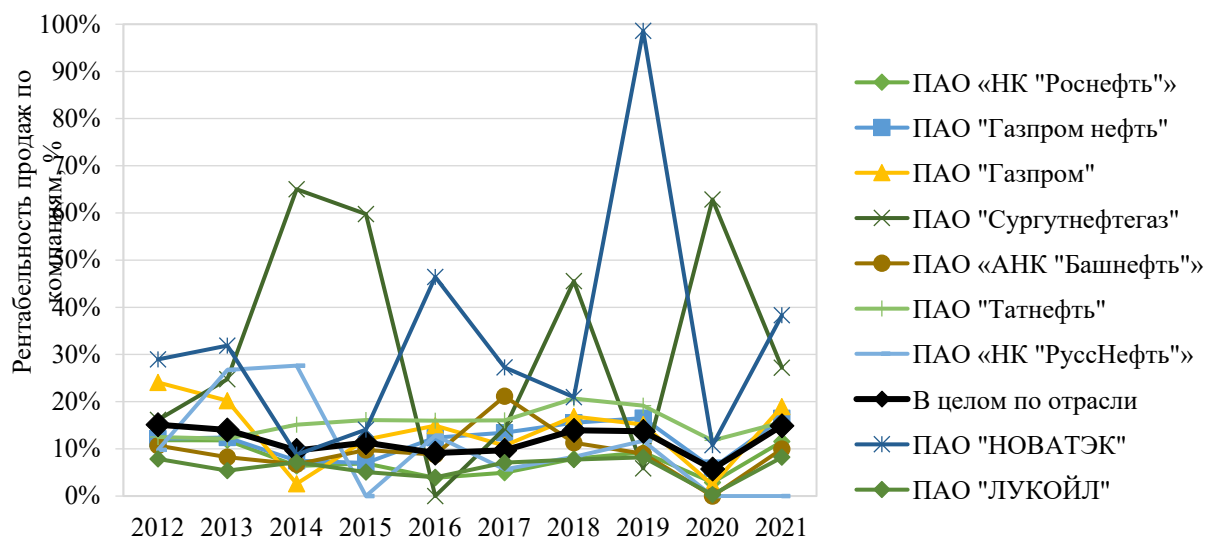


Рис. 3. Коэффициент рентабельности продаж по чистой прибыли нефтегазовых компаний России

В качестве повсеместно встречающихся упрощающих допущений можно выделить наличие однородности продукции и симметрию фирм, что не соответствует реальному функционированию производственных секторов. При рассмотрении асимметричных фирм, изъятие углеродного налога может осуществляться только с агентов, которые не стимулируют низкоуглеродное производство посредством соответствующей корпоративной политики. В ряде работ отсутствует модельное описание добывающей отрасли, которая также является крупным эмитентом выбросов в атмосферу диоксида углерода. Так, сжигание попутного нефтяного газа в процессе добычи наносит экологический ущерб, способствует эмиссии парниковых газов – оксидов углерода, азота и серы, а также сажи (на долю добычи полезных ископаемых приходится треть объемов совокупных выбросов – около 5 млн тонн в 2015 г.). Несмотря на то, что с 2012 г. предусмотрены крупные штрафы при сжигании попутного нефтяного газа, ввод новых месторождений по-прежнему может сопровождаться их сжиганием и выплатой соответствующих взысканий.

### Заключение

В рамках настоящей работы представлен литературный обзор публикаций, использующих CGE модели для исследования российской макросистемы. Во всех рассмотренных нами статьях встречаются выводы о возможных негативных последствиях, сопряженных с внедрением эколого-климатического инструментария фискальными властями: бремя последствий рассматриваемых шоков почти всегда ложится на домашние хозяйства, а внедренные эколого-климатиче-

ские решения сказываются на доходной части бюджета. Данные последствия могут быть нивелированы в долгосрочной перспективе при помощи грамотной инвестиционной политики государства, а также диверсификацией экономики. Основные недостатки рассмотренных моделей сводятся к однородности продукции, симметрии фирм и отсутствию модельного описания нефтегазодобывающей отрасли.

В целом, рассмотренный инструментальный аппарат остается актуальным в контексте изучения отечественной экономики, а используемые в статьях модели с учетом модернизации могут быть использованы для исследования актуальных фискальных, торговых и политических шоков.

### *Благодарности*

Работа осуществлена в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2023 году. Автор также выражает благодарность за финансовую поддержку Совету по грантам Президента РФ в рамках стипендии СП-5871.2021.1

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Babatunde K. A., Begum R. A., Said F. F. Application of computable general equilibrium (CGE) to climate change mitigation policy: A systematic review // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2017. – Vol. 78. – P. 61–71.
2. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р).
3. Orlov A. An assessment of proposed energy resource tax reform in Russia: A static general equilibrium analysis // *Energy Economics*. – 2015a. – Vol. 50. – P. 251–263.
4. Orlov A., Aaheim A. Economy-wide effects of international and Russia's climate policies // *Energy Economics*. – 2017. – Vol. 68. – P. 466–477.
5. Макаров В. Л., Бахтизин А. Г., Сулакшин С. С. Применение вычислимых моделей в государственном управлении. – М.: Научный эксперт, 2007. – 302 с.
6. Дзюба Ю. А., Бакалова И. К. Применение CGE-моделей в качестве инструмента оценки климатической политики: библиометрический анализ // *Интерэкспо ГЕО-Сибирь «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология»*: Материалы XVIII международной научной конференции (г. Новосибирск, 16-20 мая 2022г.). – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2022. – Т. 2. – № 4. – С. 129-140.
7. Orlov A., Grethe H. Carbon taxation and market structure: A CGE analysis for Russia // *Energy Policy*. – 2012. – Vol. 51. – P. 696–707.
8. Orlov A., Aaheim A. Economy-wide effects of international and Russia's climate policies // *Energy Economics*. – 2017. – Vol. 68. – P. 466–477.
9. Lokhov R., Welsch H. Emissions trading between Russia and the European Union: a CGE analysis of potentials and impacts // *Environmental Economics and Policy Studies*. – 2008. – Vol. 9. – No. 1. – P. 1–23.
10. Makarov I. A., Henry C., Sergey V. P. Impacts of Paris Agreement on Russian economy // *Voprosy ekonomiki*. – 2018. – No. 4. – P. 76–94.
11. Makarov I., Chen H., Paltsev S. Impacts of climate change policies worldwide on the Russian economy // *Climate Policy*. – 2020. – Vol. 20. – No. 10. – P. 1242–1256.

12. Orlov A. An assessment of optimal gas pricing in Russia: A CGE approach // *Energy Economics*. – 2015b. – Vol. 49. – P. 492–506.
13. Orlov A. Distributional effects of higher natural gas prices in Russia // *Energy Policy*. – 2017. – Vol. 109. – P. 590–600.
14. Böhringer C., Rutherford T. F., Tarr D. G., Turdyeva N. Market Structure and the Environmental Implications of Trade Liberalization: Russia's Accession to the World Trade Organization: Implications of Russia's WTO Accession // *Review of International Economics*. – 2015. – Vol. 23. – No. 5. – P. 897–923.
15. McDonald S. J. *A Static Applied General Equilibrium Model: Technical Documentation*. – Stuttgart: Universität Hohenheim, 2007. – 87 p.
16. Aaheim H. A., Rive N. A Model for Global Responses to Anthropogenic Changes in the Environment (GRACE) // Report. – 2005. – CICERO. – 2005:05.
17. Rutherford T. F., Tarr D. G. Regional Impacts of Russia's WTO Accession // *Review of International Economics*. – 2010. – Vol. 18. – No 1. – P. 30–46.
18. Jensen J., Rutherford T., Tarr D. The Impact of Liberalizing Barriers to Foreign Direct Investment in Services: The Case of Russian Accession to the World Trade Organization // *Review of Development Economics*. – 2007. – Vol. 11. – No. 3. – P. 482–506.
19. Paltsev S., Reilly J. M., Jacoby H. D., Eckaus R. S. McFarland J., Sarofim M., Asadoorian M., Babiker M. The MIT Emissions Prediction and Policy Analysis (EPPA) Model: Version 4 // Joint Program Report Series Report. – 2005. – No. 125. – 72 p.
20. Chen Y.-H. H., Paltsev S., Reilly J. M., Morris J. F., Babiker M. H. Long-term economic modeling for climate change assessment // *Economic Modelling*. – 2016. – Vol. 52. – P. 867–883.
21. Narayanan G. B., Aguiar A., McDougall R. *Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 8 Data Base*. Center for Global Trade Analysis. – West Lafayette: Purdue University, 2012.

© Ю. А. Дзюба, 2023