

ИЗ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ
ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

МИРОВЫЕ ТОРГОВЫЕ ВОЙНЫ:
СЦЕНАРНЫЕ РАСЧЁТЫ ПОСЛЕДСТВИЙ

© 2020 г. В. Л. Макаров^{a,b,*}, Цзе Ву^{c,d,e,**}, Зили Ву^{c,***},
Б. Р. Хабриев^{a,f,****}, А. Р. Бахтизин^{a,b,*****}

^aЦентральный экономико-математический институт РАН, Москва, Россия

^bСеверо-Западный институт управления РАНХиГС при Президенте Российской Федерации, Москва, Россия

^cGuangzhou Milestone Software Co., Ltd., Гуанчжоу, Китай

^dЦентр экономической и социальной интеграции и прогнозирования Академии общественных наук КНР, Пекин, Китай

^eАкадемия социальных наук провинции Гуандун, Гуанчжоу, Китай

^fООО “РТ-Развитие бизнеса”, Москва, Россия

*E-mail: makarov@cemi.rssi.ru

**E-mail: jw@gzmss.com

***E-mail: wzl@gzmss.com

****E-mail: khabrievbulat@me.com

*****E-mail: albert.bakhtizin@gmail.com

Поступила в редакцию 08.02.2019 г.

После доработки 17.09.2019 г.

Принята к публикации 08.10.2019 г.

Данная работа продолжает тему, начатую в статье, опубликованной в журнале “Вестник РАН” (2019, № 7), где дан обзор инструментов для количественной оценки последствий торговых войн. Авторы представили результаты расчётов последствий нескольких сценариев торговой войны США и их европейских союзников против России и Китая. Они получены с использованием программного комплекса, рассматривающего более 100 стран мира, причём субъекты каждой из стран взаимодействуют друг с другом посредством торгово-финансовых отношений. Комплекс включает в себя симулятор социально-экономической динамики, построенный специалистами из КНР. Он выступает внешним контуром для ряда моделей социально-экономической системы Евразийского континента, разработанных в Центральном экономико-математическом институте РАН в 2016–2018 гг. Рассчитанные сценарии предусматривают повышение импортных пошлин на все товары из Китая и России, поставляемые в США и страны ЕС, а также симметричные ответные меры. Отдельно рассматривается имитация ограничительных мер в отношении всех российских экспортных товаров. Также в работе анализируются торговые отношения между Россией и остальным миром и разбираются преимущества агент-ориентированного подхода для моделирования социально-экономических систем.

Ключевые слова: торговые войны, международные отношения, экономико-математические модели, вычислительные эксперименты.

DOI: 10.31857/S0869587320020097

МАКАРОВ Валерий Леонидович – академик РАН, научный руководитель ЦЭМИ РАН, заведующий лабораторией СЗИУ РАНХиГС. Ву Цзе – председатель правления компании Guangzhou Milestone Software Co., Ltd., исследователь Центра экономической и социальной интеграции и прогнозирования Академии общественных наук КНР, приглашённый профессор Академии социальных наук провинции Гуандун. Ву Зили – заместитель председателя правления компании Guangzhou Milestone Software Co., Ltd. ХАБРИЕВ Булат Рамилович – менеджер по сопровождению сделок ООО “РТ-Развитие бизнеса”, аспирант ЦЭМИ РАН. БАХТИЗИН Альберт Рауфович – член-корреспондент РАН, директор ЦЭМИ РАН.

В предыдущей работе были изучены наиболее известные модели, описывающие экономические системы одновременно нескольких государств – участников международных отношений [1]. Анализ этих моделей выявил определённую ангажированность результатов в пользу отдельных стран, а также недостаточное отражение ими специфических особенностей экономических систем большинства субъектов мировой торговли. Кроме того, практически все анализируемые модели относятся к классу CGE- или DSGE-моделей, а поскольку равновесный подход к моделированию уместен лишь для небольшого числа

стран с устойчиво развивающимися и сбалансированными экономическими системами, то в целом применение упомянутых инструментов снижает реалистичность конечного пользовательского приложения. Но самое главное — практически во всех известных глобальных моделях Россия представлена не в качестве отдельного субъекта, а в составе группы стран под названием “остальной мир”.

В настоящей статье речь идёт о разрабатываемом Центральным экономико-математическим институтом (ЦЭМИ) РАН в коалиции с IT-компанией Guangzhou Milestone Software Co., Ltd. (Гуанчжоу, Китай), Академией общественных наук КНР и Национальным суперкомпьютерным центром Китая модельном комплексе для оценки последствий межстрановых торговых войн, который позволяет проводить расчёты мер, направленных другими странами против России и Китая. В первом разделе охарактеризованы преимущества агентных моделей для решения задач моделирования социально-экономической динамики и дано описание частей созданного программного комплекса, во втором разделе представлены результаты проведённых с его помощью расчётов.

ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ МЕЖСТРАНОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВОЙН

Используемый для расчётов программный комплекс включает в себя два инструмента, разработанных на основе агент-ориентированной парадигмы моделирования:

- симулятор социально-экономической динамики (Social Economic Dynamics, SED model), построенный специалистами из КНР и рассматривающий более 100 стран мира, субъекты которых взаимодействуют друг с другом посредством торгово-финансовых отношений;
- комплекс моделей социально-экономической системы Евразийского континента, созданный в ЦЭМИ РАН в 2016–2018 гг. в рамках реализации проекта, который был поддержан Российским научным фондом.

Взаимодействие между инструментами осуществляется следующим образом: SED выступает внешним контуром для комплекса агент-ориентированных моделей Евразийского континента, и данные, рассчитанные с помощью первого инструмента, являются входными для второго.

Ниже приведено описание соответствующих частей программного комплекса, но прежде нужно сказать несколько слов о целесообразности использования агентного подхода для его реализации.

Преимущества агент-ориентированного подхода для моделирования социально-экономических систем. Агент-ориентированный подход к моделированию уже неоднократно упоминался на страницах “Вестника РАН” [2–4], поэтому мы не будем давать определение моделей этого класса, но подчеркнём их преимущества относительно CGE- и DSGE-подходов.

Во-первых, они отличаются потенциально большей реалистичностью. Так, за счёт детализации рассматриваемой системы до уровня отдельных индивидуумов можно учесть их специфические особенности, включая пространственное распределение. Во-вторых, перспективным представляется отказ от равновесного подхода к моделированию, который является сильным допущением, а также от формализации рассматриваемых субъектов с использованием максимизирующих полезность (прибыль) функций в пользу имитации поведения агентов микроуровня на основе диаграмм состояний и вероятностных переходов между ними, что также повышает реалистичность модели. В-третьих, агентные модели позволяют выявлять точки бифуркации в поведении моделируемых систем, которые очень сложно предсказать с использованием двух других сравниваемых инструментов. В-четвёртых, агент-ориентированный подход даёт возможность строить модели без понимания причинно-следственных связей на глобальном уровне формализуемой системы, в то время как при реализации равновесных макромоделей эти зависимости закладываются исходя из теоретических предположений.

Отметим также, что существует вполне обоснованное мнение, согласно которому CGE- и DSGE-модели — частные случаи агентных моделей [5]. Почему же при всех преимуществах агентные модели не слишком активно используются для моделирования социально-экономических систем, о чём свидетельствует, в частности, анализ реферативных баз данных научных публикаций: сканирование публикаций базы Web of Science обнаруживает, что только 4.6% работ, использующих агент-ориентированные модели, имеет отношение к экономике (рис. 1). Такое положение обусловлено сложностью их построения. Причём речь идёт не о сложности математических конструкций, а о трудоёмкости обработки статистической информации и калибровки, а также сопутствующих процедур, связанных с технической реализацией моделей этого класса (совмещение с геоинформационными системами, распараллеливание программного кода и др.).

Тем не менее, несмотря на обозначенные ограничения, агент-ориентированное моделирование бурно развивается во всём мире, и модели этого класса стали своего рода стандартом для зарубежных ситуационных центров, функционирующих

как в правительственных органах, так и в крупных корпорациях. Так, в США Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны финансирует разработку инструментов для планирования использования ресурсов, моделирования военных операций и проигрывания различных сценариев боевых действий с целью нахождения наиболее эффективной стратегии, учитывающей особенности местности, имеющийся арсенал и количество боевых единиц. EADSIM, SEAS, ESAMS, BRAWLER, AFSIM – только малая часть из более чем 1000 имитационных моделей, подготовленных за последние годы для военного ведомства США.

Так, разработка учёных из Политехнического университета Виргинии и Государственного университета штата Виргиния (Biocomplexity Institute at Virginia, Polytechnic Institute and State University, Virginia Tech) направлена на количественную оценку отдельных параметров Сценария национального реагирования № 1 (National Response Scenario Number One) – плана реагирования федерального правительства США на ядерную атаку. Это один из 15 сценариев, предложенных Министерством внутренней безопасности США (United States Department of Homeland Security) и связанных с национальной системой реагирования (National Response Framework), в которой подробно описываются действия при возникновении чрезвычайных ситуаций. В сценарии № 1 наиболее вероятной полагается атака на крупнейшие города США (Нью-Йорк, Лос-Анджелес и др.) с использованием ядерных зарядов, перемещаемых с помощью подходящих транспортных средств (фургон, внедорожник и т.п.) в центр города с последующей детонацией. Расчёты данного сценария осуществляются уже более 60 лет, однако лишь недавно для этой цели стали использовать агент-ориентированный подход, позволяющий детализировать изучаемый процесс до уровня отдельных индивидуумов. Разработанная агент-ориентированная модель содержит геоинформационную систему со множеством слоёв (дома, транспорт, энергосистемы, погодные условия) и несколько миллионов агентов, различающихся по полу, возрасту, профессии, реагирующих на происходящее, используя различные режимы поведения (паника, поиск членов семьи и др.). Применение моделей данного класса позволяет определить наиболее эффективный порядок действий экстренных служб. Симуляция затрагивает каждое городское здание, дорогу, линию электропередач, ретранслятор сотовой связи, а также учитывает погодные условия.

Применительно к моделированию социально-экономических явлений можно отметить два наиболее заметных междисциплинарных проекта с числом агентов, практически равным числу жителей рассматриваемых стран:



Рис. 1. 10 из 230 основных научных направлений, использующих агент-ориентированные модели. Составлено на основе анализа публикаций базы Web of Science за 1995–2018 гг.

- самый известный проект по разработке крупномасштабной агент-ориентированной макроэкономической модели европейской экономики – EURACE (Europe ACE – Agent-based Computational Economics), активно развиваемый уже более 10 лет на базе крупнейших научно-исследовательских центров Европы¹;

- FuturICT – междисциплинарный проект по моделированию технологической, социальной и экономической систем мира с использованием самых передовых информационных технологий, в том числе агент-ориентированного подхода².

Симулятор социально-экономической динамики. К преимуществам симулятора SED, помимо высокой точности получаемых результатов, нужно отнести то, что используемые в нём модели – конвергентные, в то время как другие (к примеру, EURACE) – нет. Ещё одним преимуществом оказывается высокая степень масштабируемости SED.

Основное направление деятельности созданной в 1999 г. IT-компанияи Guangzhou Milestone Software Co., Ltd. – разработка технологий моделирования социально-экономических систем. Guangzhou Milestone Software Co., Ltd. тесно сотрудничает с национальным суперкомпьютерным центром в Гуанчжоу (National Supercomputer Center in Guangzhou). Главный продукт компании – симулятор SED, разработанный совместно с Академией общественных наук КНР, Национальным суперкомпьютерным центром Китая, Министерством науки и технологий КНР и департаментом науки и технологии провинции Гуандун. Этот программный комплекс позиционируется как передовая, высокотехнологичная платформа XXI в. [6, 7].

В рамках Guangzhou Milestone Software Co., Ltd. функционирует Центр социально-экономи-

¹ Более подробно: <http://www.eurace.org>

² Более подробно: <http://www.futurict.eu>

ческого моделирования, в котором с использованием SED оцениваются последствия различного рода управленческих решений. Программный комплекс SED воспроизводит глобальную экономическую систему более 100 стран мира, субъекты которых взаимодействуют друг с другом посредством торгово-финансовых отношений. Для каждой страны формализованы агенты различных типов (домашние хозяйства, предприятия и организации, отрасли, рынки, банки, государственные сектора). В SED имитируются ежедневные изменения в торговых и финансовых отношениях, миграция рабочей силы и т.д., а общее число эндогенных переменных более 2600. С использованием программного комплекса SED был проведён глубокий анализ динамики развития новых отраслей экономики в рамках 13-й пятилетки. Результаты, в частности, показали, что для поддержания темпов экономического роста в Китае и достижения целевых показателей, предусмотренных пятилетним планом, требуется развитие новых отраслей и коррекция бюджетных расходов в пользу науки, образования и новых технологий.

Краткая характеристика модельного комплекса.

В симуляторе присутствуют агенты следующих типов: домашние хозяйства, предприятия и организации, относящиеся к различным отраслям, банки и прочие финансовые организации, правительственные органы всех уровней.

Домашние хозяйства различаются по большому набору характеристик, среди которых: пол, возраст, образование, уровень производительности труда и профессионализма, место работы (отрасль и предприятие), доход, потребительские предпочтения.

Предприятия и организации производят различные товары и услуги, определяют производственные планы и стратегии развития, а также платят налоги.

Финансовые институты предоставляют кредиты, инвестируют денежные средства, привлекают вклады, проводят операции с ценными бумагами и т.д.

Центральные банки осуществляют денежную эмиссию, обслуживают правительства (покупают государственные ценные бумаги, кредитуют и т.д.), определяют валютные курсы, рефинансируют организации финансового сектора, определяют ключевые процентные ставки.

Для спецификации агентов использовались статистические данные из большого набора источников: международные организации, в том числе занимающиеся сбором информации (Всемирный банк, Организация экономического сотрудничества и развития и др.), национальные статистические службы, центральные банки, та-

моженные службы, профильные министерства основных стран мира.

Поскольку условия ведения хозяйственной деятельности в разных странах в ряде случаев сильно разнятся, агенты модели отличаются не только значениями параметров, но и реакцией на системные события, формализованные в виде соответствующих функций.

Хотя общее число рассчитываемых показателей более 2600, среди них можно выделить основные отслеживаемые — ВВП, уровень безработицы, индекс цен, показатели торгового баланса, объём денежной массы и др. При калибровке модели диапазоны отклонений упомянутых переменных от контрольных значений на конец трёх-летнего периода получились следующими: ВВП — 1–2%, уровень безработицы — 2–3%, денежные агрегаты M1, M2, M3 — менее 10%, индекс потребительских цен — 1–2%.

Платформа SED включает в себя несколько модулей планирования действий в зависимости от параметров внешней среды и сигналов, посылаемых от других агентов. Каждый из таких модулей реализует функционал агентов определённого типа:

- домашних хозяйств (процедуры, формирующие стратегии по управлению денежными средствами — сбережение, потребление и т.д.);
- организаций и предприятий (процедуры, формирующие стратегии по управлению финансовыми активами, производством, персоналом и т.д.);
- товарных рынков (процедуры, определяющие механизмы ценообразования, товарооборота и т.д.);
- финансовых рынков (процедуры, определяющие механизмы кредитования, управления финансовыми ресурсами и т.д.);
- рынков ценных бумаг (процедуры, определяющие механизмы их обращения на первичном и вторичном рынках);
- органов государственной власти (процедуры, формирующие стратегии в сфере бюджетного планирования, налогообложения и т.д.).

К основным функциональным спецификациям SED относятся:

- контроль за социально-экономическими показателями — во-первых, в постоянном режиме система пополняется и обновляется статистической информацией из ряда источников (официальных и альтернативных); во-вторых, происходит верификация выходных показателей модельного комплекса относительно уже известной статистики, с тем чтобы расхождения не превышали 2–3%;
- мониторинг за флуктуациями — в процессе функционирования система отслеживает любые

аномальные колебания (резкие изменения цен, спроса и предложения и т.д.), анализирует вызывающие их причины и предлагает набор решений по минимизации негативных последствий;

- анализ экономического состояния – с определённой периодичностью система сканирует агентов модельного комплекса на предмет выявления проблем, одновременно предлагая набор решений для улучшения ситуации;

- прогноз экономического роста – по запросу система генерирует ежемесячные, квартальные и годовые прогнозы в зависимости от выбранной траектории развития (либо базовой, либо исходящей из запланированных сценариев её изменения);

- анализ экономической эффективности – по запросу система производит количественную оценку предлагаемых пользователями планов развития объектов различного уровня с целью выявления наиболее эффективного (относительно определённых критериев);

- множественный эксперимент – при проведении расчётов различных сценариев изменения управляющих параметров для каждого из них важно получить усреднённую оценку (по множеству прогонов); поскольку как прогонов, так и сценариев может быть много, система предусматривает их расчёты в параллельном и автоматическом режиме.

Используемая технология позволяет оперировать компьютерным социумом с числом агентов более 100 млн, а при использовании некоторых режимов эффективность распараллеливания, вычисляемая как отношение ускорения работы программы к числу используемых процессоров, достигает 70%. Дополнительно развёрнут модуль на основе технологий искусственного интеллекта для глубокого анализа данных, их очистки и кластеризации.

Поскольку эксплуатация программного комплекса предъявляет повышенные требования к аппаратным ресурсам, по соглашению с Национальным суперкомпьютерным центром КНР для проведения множественных симуляций в монопольный доступ предоставлено несколько тысяч узлов суперкомпьютера “Млечный путь-2”, и при запуске экспериментов в зависимости от настроек симулятор перенаправляет исполняемый код для вычислений.

Российский модуль – комплекс моделей социально-экономической системы Евразийского континента³. В 2016–2018 гг. при поддержке Российского научного фонда в ЦЭМИ РАН на единой идеологической и технологической основе осуществлялась разработка агент-ориентированной

модели, имитирующей разные аспекты социально-экономической системы Евразийского континента, детализированной до уровня отдельных индивидуумов. Развитие создаваемого комплекса шло в направлении детализации и классификации агентов разных типов (люди – жители стран Евразии, предприятия, расположенные на территории этих стран, сами страны и др.), а затем и разработки механизмов имитации процессов, в которых агенты участвуют в соответствии с их индивидуальными свойствами. Модели настроены на имитацию последствий реализации крупных инфраструктурных проектов, подобных новому Шёлковому пути [8]. Наиболее отработанной моделью комплекса является агент-ориентированная модель России, состоящая из двух блоков. В рамках первого воспроизводятся процессы рождения, смерти и миграции агентов. Рождаемость имитируется с учётом индивидуальных стратегий агентов, а также результатов их самостоятельных, исходящих из внутренних установок действий, связанных с созданием семьи, планированием рождения детей (появление новых агентов). Миграция также определяется на основании индивидуальных решений агентов с учётом ряда факторов (вид деятельности, место жительства, работы др.). В свою очередь смертность имитируется с использованием коэффициентов смертности, дифференцированных по полу и возрасту, в качестве вероятности смерти каждого агента-человека. Механизмы имитации этих процессов подробно описаны в работе [9].

Второй блок агент-ориентированной модели России воспроизводит внешнюю для агентов среду, параметры которой побуждают к различным действиям, зависящим от конкретной ситуации и возможностей конкретного агента. Среда имеет иерархическую структуру: вид деятельности (в случае, если агент имеет работу) → место жительства (регион) → страна. В свою очередь действия агентов оказывают влияние на параметры внешней среды.

Программная реализация модели. Технически модель реализована в среде Visual Studio с использованием языка программирования C# в виде программного модуля, позволяющего проводить сценарные расчёты с целью прогнозирования динамики социально-экономической системы рассматриваемых в модели территорий. Перечислим основные программные классы модели с указанием основных показателей.

Класс регионов содержит показатели, характеризующие население соответствующего региона (численность, половозрастная структура, занятость, уровень жизни и др.), уровень экономического развития (ВРП и другие макропоказатели), показатели рынка труда и ряд других параметров. Кроме того, класс включает коллекции экземпля-

³ Модель разработана при непосредственном участии ведущего научного сотрудника ЦЭМИ РАН Е.Д. Сушко.

ров других классов, имеющих отношение к данному региону (коллекции агентов-людей, отраслей экономики, населённых пунктов).

Класс населённых пунктов объединяет показатели, отражающие половозрастную структуру населения, занятость, уровень жизни и т.д., а также коллекции экземпляров других классов, имеющих отношение к данному населённому пункту (коллекции агентов-людей, отраслей экономики).

Класс отраслей содержит показатели, демонстрирующие специфику каждой отрасли экономики (объём производства, определяемый производственной функцией и зависящий от количества работников, основных фондов и промежуточного потребления; причём работники отрасли различаются по уровню квалификации).

Класс агентов-людей включает показатели, идентифицирующие каждого индивидуума (местожительство, пол, возраст, образование, уровень доходов, социальные связи, параметры репродуктивной стратегии и др.). В модели агенты-люди могут осуществлять различные действия исходя из текущего их состояния: образовывать семьи, рожать детей (создавать новых агентов), работать в какой-то отрасли, менять вид деятельности и/или место жительства.

Главный класс, являющийся контейнером для других классов, управляет работой всей модели и обеспечивает загрузку статистических данных, создание экземпляров программных классов модели – популяции агентов модели, осуществляет взаимодействие с геоинформационной системой и отображение выбранных результатов на экране, а также организует диалог с пользователем.

Для спецификации агентов в российском модуле также использовались статистические данные международных организаций, но основной массив составляли данные Росстата (из статистических ежегодников, а также специализированных публикаций).

РАСЧЁТ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЕВ ТОРГОВЫХ ВОЙН

С использованием описанного выше программного комплекса были проведены расчёты последствий нескольких гипотетических сценариев торговой войны США и их союзников против России и Китая.

Торговые войны инициируются как для захвата зарубежных рынков, так и для ослабления отдельных государств. Ведущими мерами, применяемыми в этих целях, оказываются следующие: повышение импортных и снижение экспортных таможенных пошлин; повышение экспортных и снижение импортных квот; введение нетариф-

ных барьеров (усложнение процедур лицензирования продукции и растаможивания); эмбарго и др.

Перечисленные методы торговой войны – лишь небольшая часть из множества мер, которые могут быть направлены против конкретной страны со стороны международных межправительственных организаций или других стран. К таким мерам относятся ограничения финансовых операций, различного рода запреты в отношении отдельных отраслей, предприятий, физических лиц и т.д. Подобные мероприятия также могут быть просчитаны с использованием описанных выше инструментов, но в данной статье мы сосредоточимся только на последствиях некоторых сценариев торговой войны между отдельными странами.

Прежде чем перейти к конкретным сценариям, кратко обрисую торговые отношения между Россией и остальным миром, а что касается Китая, то соответствующая статистика по внешней торговле была приведена в предыдущей статье [1].

С начала 2000-х годов и до мирового кризиса 2008–2009 гг. Россия по темпам роста внешней торговли опережала не только среднемировые показатели, но и была среди явных лидеров. Так, в стоимостном выражении за период с 2000 по 2008 г. объём мирового импорта товаров и услуг вырос в 2.45 раза, а объём российского импорта – в 5.87 раза, тогда как у бурно развивающегося Китая этот показатель составил 5.11 раза (табл. 1). По темпам роста экспорта Россия также значительно превышала среднемировые показатели – 4.54 раза против и 2.49, однако несколько проигрывала Китаю (5.91 раза). Такому положению вещей во многом способствовал рост цен на экспортируемые Россией товары, а также повышение платёжеспособного спроса за счёт возросшего притока в страну валюты. Периоды высоких темпов роста внешней торговли благоприятно отражались на показателях развития экономики страны. В ходе кризиса ситуация резко поменялась: по сравнению с предыдущим годом в 2009 г. Россия оказалась среди лидеров сокращения внешней торговли. В стоимостном выражении импорт товаров и услуг снизился на 31.64% (34.28% только для товаров), а экспорт – на 34.31% (35.67% только для товаров), в то время как среднемировые показатели сокращения импорта и экспорта товаров и услуг составили 19.80% и 19.47% соответственно. В дальнейшем ситуация несколько выправилась, но к следующему кризису Россия вновь оказалась среди лидеров падения объёмов внешней торговли. Так, стоимостной объём импорта товаров и услуг в 2015 г. сократился на 33.93% (по всем странам мира – на 10.75%), а экспорт – на 29.88% (в мире в среднем – на 10.88%), что привело к падению доходов бюджета, ВВП и т.д.

Таблица 1. Внешняя торговля товарами и услугами, млрд долл.

Годы	Импорт товаров и услуг (верхняя строка), импорт только товаров (нижняя строка)					Экспорт товаров и услуг (верхняя строка), экспорт только товаров (нижняя строка)				
	Весь мир	Китай	Страны ЕС	Россия	США	Весь мир	Китай	Страны ЕС	Россия	США
2000	7901.0	224.3	2977.4	62.4	1472.6	7916.8	253.1	3007.3	114.4	1096.8
	6723.1	224.3	2587.8	44.9	1259.3	6456.2	249.2	2457.1	105.0	781.9
2001	7685.1	244.0	2971.3	74.3	1395.4	7672.6	272.1	3045.7	113.1	1026.7
	6481.9	243.6	2558.6	53.8	1179.2	6193.3	266.1	2474.3	101.9	729.1
2002	7983.8	295.6	3112.2	84.4	1429.0	8055.0	333.0	3255.4	121.6	1002.5
	6741.1	295.2	2682.8	61.0	1200.2	6497.9	325.6	2642.5	107.3	693.1
2003	9263.2	412.1	3748.6	102.8	1543.9	9347.4	448.0	3888.5	151.7	1040.3
	7866.6	412.1	3228.4	76.1	1303.1	7587.8	438.2	3155.1	135.9	724.8
2004	11 229.8	556.2	4497.6	131.0	1800.7	11366.3	607.4	4672.0	203.4	1181.5
	9574.5	556.2	3874.5	97.4	1525.7	9224.4	593.3	3771.6	183.2	814.9
2005	12 761.8	648.7	4966.7	164.3	2030.1	12939.8	773.3	5088.2	269.0	1308.9
	10 870.4	648.7	4249.7	125.4	1732.7	10510.1	762.0	4082.7	243.8	901.1
2006	14 564.0	782.8	5674.5	207.9	2247.3	14865.4	991.7	5760.9	333.9	1476.3
	12 461.4	782.8	4870.3	164.3	1918.1	12131.2	969.0	4606.1	303.6	1026.0
2007	16 875.8	949.0	6647.6	280.0	2383.2	17289.4	1257.1	6768.0	392.0	1664.6
	14 330.5	949.0	5655.2	223.5	2020.4	14026.3	1220.5	5366.0	354.4	1148.2
2008	19 361.5	1146.5	7414.4	366.6	2565.0	19731.7	1495.3	7463.5	520.0	1841.9
	16 572.4	1132.6	6358.4	291.9	2169.5	16165.3	1430.7	5954.9	471.6	1287.4
2009	15 527.4	1029.6	5782.4	250.6	1983.2	15890.1	1249.7	5967.1	341.6	1587.7
	12 782.1	1005.9	4809.2	191.8	1605.3	12560.6	1201.6	4613.5	303.4	1056.0
2010	18 405.7	1380.1	6407.9	322.4	2365.0	18937.0	1602.5	6571.4	445.5	1852.3
	15 505.5	1396.2	5421.1	248.6	1969.2	15311.1	1577.8	5183.9	400.6	1278.5
2011	21 849.7	1825.4	7402.6	408.8	2686.4	22479.7	2006.3	7616.9	574.0	2106.4
	18 503.6	1743.5	6330.1	323.8	2266.0	18338.0	1898.4	6092.2	522.0	1482.5
2012	22 153.6	1943.2	7018.7	447.0	2763.8	22848.7	2175.1	7379.4	594.2	2198.2
	18 711.9	1818.4	5950.9	335.4	2336.5	18496.0	2048.7	5808.6	529.3	1545.7
2013	22 756.0	2119.4	7247.7	468.6	2768.6	23473.3	2354.2	7735.6	592.5	2276.6
	19 021.2	1950.0	6012.0	341.3	2329.1	18956.5	2209.0	6077.0	521.8	1579.6
2014	23 268.8	2241.3	7517.9	426.1	2883.2	23879.1	2462.8	8052.1	558.3	2373.6
	19 136.2	1959.2	6145.0	307.9	2412.6	18970.3	2342.3	6157.2	496.8	1620.5
2015	20 766.5	2003.3	6617.4	281.5	2789.0	21282.0	2362.1	7211.6	391.5	2264.9
	16 794.4	1679.6	5323.6	193.0	2315.3	16524.7	2273.5	5388.6	341.4	1502.6
2016	20 408.0	1944.5	6683.0	263.7	2735.8	20883.5	2200.0	7276.9	330.2	2214.6
	16 298.6	1587.9	5344.5	191.5	2250.2	16032.3	2097.6	5379.8	281.7	1451.0
2017	22 478.5	2208.4	7293.7	326.4	2924.5	23063.8	2417.8	7948.7	410.8	2308.0
	18 065.1	1843.8	5876.5	238.1	2408.5	17706.7	2263.4	5900.6	353.5	1546.3

Источник: данные ВТО (<http://data.wto.org>) и Всемирного банка (<https://data.worldbank.org>).

Высокая по сравнению с другими странами уязвимость России связана в том числе с различиями в структуре импорта и экспорта (табл. 2). В большинстве стран мира экспорт формируется

за счёт готовой продукции, доля которой у наиболее развитых стран варьируется в районе 80%, а иногда достигает значений свыше 90%. Основу российского экспорта составляют минеральные

Таблица 2. Структура импорта и экспорта по товарным группам в 2017 г.

Товарная группа	Китай	Страны ЕС	Россия	США	Весь мир
Структура импорта					
Продукция сельского хозяйства	9.8	8.8	13.5	7.1	9.8
Минеральные продукты	20.5	19.1	2.9	9.2	15.4
Продукция обрабатывающей промышленности	64.9	67.4	75.2	79.0	71.8
Прочее	4.8	4.7	8.4	4.7	3.0
Структура экспорта					
	Китай	Страны ЕС	Россия	США	Весь мир
Продукция сельского хозяйства	3.6	8.2	8.8	11.1	9.8
Минеральные продукты	2.4	6.3	62.9	8.7	14.9
Продукция обрабатывающей промышленности	93.7	81.8	21.8	74.9	68.7
Прочее	0.3	3.7	6.5	5.3	6.6

Источник: данные ВТО (<http://data.wto.org>).

продукты, и в случае падения цен на них стоимостной объём поставленных товаров падает значительно больше, чем у стран с более диверсифицированным экспортом. Естественно, что снижение валютных поступлений сокращает платёжеспособный спрос на импортные товары, поэтому их стоимостной объём также падает сильнее, чем у большинства стран. Сокращению импорта серьёзно способствует и девальвация рубля.

Из краткого анализа международной торговли можно сделать следующие выводы. В силу своей экспортно-сырьевой модели и сильной зависимости от внешних факторов экономика России потенциально уязвима в случае принятия мер, ограничивающих её внешнюю торговлю. Китай благодаря более диверсифицированной экономике менее уязвим, однако в случае серьёзного давления со стороны своего основного торгового партнёра – США (данные по их торговым отношениям были приведены в предыдущей статье [1]) также может понести ущерб. Учитывая сильную взаимосвязь большинства стран мира через глобальные производственные цепочки и мировую торговлю, объём которой постоянно возрастает, давление на ключевых игроков неминуемо отразится и на других государствах. Главный вопрос заключается в том, насколько значительным окажется мультипликативный эффект.

С учётом сложившейся ситуации были протестированы различные сценарии торговой войны, направленной против России и Китая со стороны США и их союзников, которые в условиях сложившейся тенденции нарушений международного права (в том числе и правил ВТО) могут реализовывать широкий спектр средств. Меры, принятые США в отношении Китая, были подробно

рассмотрены в предыдущей статье [1]. Что касается России, то, по данным Минэкономразвития России, по состоянию на 1 марта 2019 г. 32 страны применяли ограничительные меры в отношении российских товаров. Большинство из действующих 167 мер относятся к нетарифному регулированию внешней торговли (антидемпинговые, специальные защитные, компенсационные и административные меры, технические барьеры, импортные и тарифные квоты, санитарные и фитосанитарные меры, акцизы на дискриминационной основе, дополнительные пошлины и сборы и т.д.). Также по данным Минэкономразвития, в 2018 г. совокупный ущерб России от введённых мер составил 6.3 млрд долл., причём наибольший ущерб экономике страны был причинён странами ЕС (2.42 млрд долл.), США (1.17 млрд долл.), Украиной (0.78 млрд долл.), Турцией (0.71 млрд долл.) и Индией (0.38 млрд долл.). В отраслевом разрезе наибольшие потери понесли металлургическая отрасль России (63% совокупного ущерба), сельское хозяйство (17%), химическая промышленность (10%), автомобилестроение (5%) и пищевая промышленность (2%).

Для расчётов использовались два основных сценария возможной торговой войны. Первый предусматривает повышение импортных пошлин на все товары из Китая и России, поставляемые в США и страны ЕС, а также симметричные ответные меры. В рамках второго сценария предполагаются имитации дополнительных ограничительных мер в отношении всех российских экспортных товаров.

В ходе вычислительных экспериментов, проведённых в рамках первого сценария, были рассчитаны последствия различных вариантов торговой войны между Китаем, США и Россией, а

Таблица 3. Изменения ВВП некоторых стран мира относительно базового варианта развития экономики, процентные пункты

Изменение импортных пошлин	Весь мир	США	Китай	Россия	Страны ЕС
на 5 п.п.	-0.543	-0.648	-0.180	-0.881	-0.863
на 10 п.п.	-0.621	-0.778	-0.212	-1.022	-0.998
на 15 п.п.	-0.732	-0.918	-0.253	-1.206	-1.198

также остальным миром. По данным Всемирной торговой организации (ВТО), средние значения реально применяемых ставок импортных пошлин составляют: в Китае – 9.8%, в странах ЕС – 5.1%, в России – 6.7%, в США – 3.4%. Для симуляций мы предусмотрели повышение импортных пошлин со стороны США и стран ЕС на все товары из Китая и России на 5, 10 и 15 процентных пункта, а также симметричные ответные меры, осуществляемые в том же временном периоде. В таблице 3 приведены результаты расчёта изменения ВВП некоторых стран мира для всех вариантов. Как видно из таблицы, все вовлечённые в торговую войну страны в той или иной степени терпят убытки. Китай теряет меньше, чем США, поскольку в рамках модели начал экспортировать часть недопоставленных в США товаров в другие страны, а недостающий импорт компенсировать сторонними поставками. В свою очередь Россия пострадала несколько больше, чем США и Китай, но примерно одинаково со странами ЕС.

Расчёты по второму сценарию опирались на предположение, что под воздействием США основные торговые партнёры России в странах ЕС введут ограничения на покупку экспортных товаров из нашей страны. Такой способ давления западных стран уже не раз применялся в отношении отдельных государств (например, эмбарго в отношении Ирака и Ирана). В отношении России ограничения возможны, хотя и трудноосуществимы, поскольку Россия – крупнейший поставщик всех видов энергетических ресурсов в страны ЕС, причём с большим отрывом от конкурентов. Так, по данным Евростата, экспорт из России угля достигал 55.1 млн т, нефти – 166.9 млн т, газа – 153.2 млрд м³, в то время как экспорт из стран, находящихся на втором после России месте по величине поставок, составлял 43.5 млн т угля (Колумбия), 67.6 млн т нефти (Норвегия) и 94.9 млрд м³ газа (Норвегия) [10]. Таким образом, найти быструю альтернативу российским поставкам природных ресурсов в ЕС весьма проблематично, хотя с большой вероятностью можно утверждать, что соответствующие компенсационные механизмы активно разрабатываются. В то же время поскольку основу российского экспорта составляют минеральные продукты (табл. 4),

ущерб от применения к России эмбарго будет ощутимым – переориентация на другие рынки потребует времени и больших затрат и в краткосрочной перспективе неосуществима. Поэтому можно предположить, что полное эмбарго крайне маловероятно, тогда как частичное ограничение на поставку российских товаров представляется весьма вероятным. Это даёт основания для проведения соответствующих вычисленных экспериментов: рассмотрим варианты снижения закупок на 10, 20 и 30% от их полного объёма.

По данным ВТО, в 2018 г. экспорт российских товаров в страны ЕС составил около 199 млрд долл., симуляция сокращения поставок товаров этим потребителям включала варианты: на 20, 40 и 60 млрд долл. ежегодно. Полученные в ходе расчётов результаты (табл. 5) показывают, что ограничения на покупку товаров из России приводят к уменьшению доходов предприятий и сокращению поступлений в бюджет, снижению доходов домашних хозяйств, сжатию внутреннего спроса,

Таблица 4. Структура импорта и экспорта России по основным торговым партнёрам в 2017 г., %

Импорт		Экспорт	
Страны ЕС	35.6	Страны ЕС	44.4
Китай	21.2	Китай	10.8
США	5.6	Белоруссия	5.4
Белоруссия	5	Турция	5.1
Япония	3.4	Республика Корея	3.4
Другие страны	29.2	Другие страны	30.9

Источник: данные ВТО (<https://www.wto.org>).

Таблица 5. Изменение ВВП России в результате реализации вариантов ограничительных мер относительно базового варианта развития экономики, процентные пункты

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Год 1	-1.43	-2.74	-3.88
Год 2	-1.42	-2.30	-3.50
Год 3	-1.26	-2.16	-3.19

Таблица 6. Доля отдельных стран в мировом экспорте по укрупнённым товарным группам, %

Товарная группа	Китай	Страны ЕС	Россия	США
Минеральные продукты	2.36	18.19	8.53	6.76
Продукция обрабатывающей промышленности	17.48	38.34	0.62	9.27

Источник: рассчитано на основе данных ВТО (<http://data.wto.org>).

росту цен и издержек производителей, а в итоге за счёт мультипликативного эффекта от прямых и косвенных каналов влияния введённых санкций к заметному снижению ВВП страны. Однако в динамике этот показатель несколько выправляется, то есть система адаптируется к новым условиям. Ещё раз отметим, что, хотя эмбарго в отношении России маловероятно, принимая во внимание потенциальные последствия, этот вопрос следует обязательно учитывать в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации.

* * *

Существующая экспортно-сырьевая модель экономической системы России создаёт серьёзные риски и в случае внешнего давления не может служить основной для стабильного развития страны. Россия слабо встроена в глобальные производственные цепочки — например, в мировом экспорте продукции обрабатывающей промышленности доля нашей страны составляет только 0.62% (табл. 6).

Сильный крен в сторону сырьевого экспорта и сложная внешнеполитическая ситуация, усугубляющаяся тем, что крупнейшие мировые игроки вошли в фазу гибридных войн, обуславливают необходимость структурной перестройки экономики и развития высокотехнологичных отраслей. Ранее нами было показано [10], что принимая во внимание текущую политическую ситуацию, в рамках которой пока не прослеживается перспектива снятия санкций, а также с учётом явно недостаточного объёма прямых иностранных инвестиций, необходимого для быстрого развития нашей страны, укрепление государственного суверенитета требует активного поиска внутренних источников инвестирования. Кроме того, необходима переориентация на приоритетные направления социально-экономической политики, среди которых наиболее важные:

- диверсификация экономики,
- снижение дифференциации регионов по уровню их развития,

- повышение социальной защищённости населения,

- стимулирование внутреннего спроса.

Все перспективные приоритеты были количественно оценены с использованием модельного комплекса ЦЭМИ РАН. Согласно полученным результатам, для укрепления государственного суверенитета необходимо создать эффективные механизмы восстановления монетизации экономики, причём речь идёт именно о значительных финансовых вливаниях (а не о дифференцированной поддержке отдельных предприятий) с одновременным введением валютного контроля и снижением ставки рефинансирования. Проведённые расчёты также свидетельствуют о том, что практически любое денежное вливание в реальный сектор приводит к приросту ВВП в силу значительной демонетизации экономики России.

Здесь представлены результаты только некоторых вычислений, совместный с Китаем проект постоянно развивается, и в настоящий момент ЦЭМИ РАН и китайская сторона подписали соглашение о создании международной лаборатории оценки последствий межстрановых торговых войн. Среди подписантов — IT-компания Guangzhou Milestone Software Co., Ltd., Национальный суперкомпьютерный центр КНР, представители Академии общественных наук КНР и крупного бизнеса из Гонконга — управляющий директор компании Fok Ying Tung Ming Yuan Development Co., Ltd. и управляющий директор отделения Pricewaterhouse Coopers Ltd. в Гонконге. Предполагается, что лаборатория будет оказывать консультационные услуги в области анализа последствий межстрановых торговых войн. В этих целях будет использоваться описанный в статье программно-аналитический комплекс.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках программы научных исследований, инициированной Министерством науки и высшего образования РФ «Фундаментальные исследования по проблеме экономической безопасности».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Makarov V.L., Wu J., Wu Z., Khabriev B.R., Bakhtizin A.R.* Modern Tools for Evaluating the Effects of Global Trade Wars // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2019. V. 89. № 4. P. 432–440; *Макаров В.Л., Ву Ц., Ву З. и др.* Современные инструменты оценки последствий мировых торговых войн // Вестник РАН. 2019. № 7. С. 745–754.
2. *Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. и др.* Агент-ориентированные модели: мировой опыт и технические возможности реализации на суперкомпьютерах // Вестник РАН. 2016. № 3. С. 252–262.

3. *Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D. et al.* Supercomputer technologies in social sciences: Agent-oriented demographic models // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2016. V. 86. № 3. P. 248–257; *Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. и др.* Суперкомпьютерные технологии в общественных науках: агент-ориентированные демографические модели // Вестник РАН. 2016. № 5. С. 412–421.
4. *Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D., Sushko G.B.* Supercomputer Simulation of Social Processes: New Technologies // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2018. V. 88. № 3. P. 200–209; *Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Сушко Г.Б.* Моделирование социальных процессов на суперкомпьютерах: новые технологии // Вестник РАН. 2018. № 6. С. 508–518.
5. *Gräbner C.* How agent-based modeling and simulation relates to CGE and DSGE modeling // EEE/IAFE Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering, Proceedings (CIFEr). 2014. P. 349–356.
6. *Wang Guocheng, Wu Jie, Shi Yuna, Wu Zili.* Application Analysis on Large-Scale Computation for Social and Economic Systems: Application Case from China. 2014. P. 551–556. <https://doi.org/10.1109/SMC.2015.107>
7. *Wu Jie.* On wealth (II). Beijing: Beijing University Press, 2012.
8. *Макаров В.Л., Агеева А.Ф., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д.* Имитация социально-экономической системы Евразийского континента с помощью агент-ориентированных моделей // Прикладная эконометрия. 2017. № 4(48). С. 122–139.
9. *Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Агеева А.Ф.* Искусственное общество и реальные демографические процессы // Экономика и математические методы. 2017. № 1(53). С. 3–18.
10. EU Energy in figures. Statistical Pocketbook. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/pocketbook_energy_2018_web.pdf (дата обращения 07.10.2019).
11. *Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Хабриев Б.Р.* Оценка эффективности механизмов укрепления государственного суверенитета России // Финансы: теория и практика / Finance: Theory and Practice. 2018. № 5(22). С. 6–26.