

ISSN 2311-875X (Online)
ISSN 2073-2872 (Print)



ВЫХОДИТ 1 РАЗ В МЕСЯЦ

НАЦИОНАЛЬНЫЕ[®] ИНТЕРЕСЫ ПРИОРИТЕТЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2016 выпуск 1
ЯНВАРЬ

**NATIONAL
INTERESTS
PRIORITIES
AND SECURITY**

A peer reviewed analytical and practical journal
2016, January
Issue 1

НАЦИОНАЛЬНЫЕ ИНТЕРЕСЫ ПРИОРИТЕТЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ

Научно-практический и теоретический журнал

Основан в 2005 году
Выходит 1 раз в месяц

Статьи рецензируются

Журнал рекомендован ВАК Минобрнауки России для публикации научных работ, отражающих основное научное содержание кандидатских и докторских диссертаций
Журнал реферирован в ВИНТИ РАН
Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)
Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия ПИ № ФС 77-19503 от 14 февраля 2005 г.

Цель журнала – предоставить возможность научному и бизнес-сообществу публиковать оригинальные результаты своих исследований, привлечь внимание к перспективным и актуальным направлениям экономической науки, усилить обмен мнениями между научным и бизнес-сообществом России и зарубежных стран

Главная задача журнала – публикация материалов, позволяющих формировать и поддерживать внутренние и внешние условия, способствующие реализации стратегических национальных интересов, приоритетов и экономической безопасности

Учредитель

ООО «Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ»
Юр. адрес: 111141, г. Москва, Зелёный проспект, д. 8, кв. 1
Факт. адрес: 111397, г. Москва, Зелёный проспект, д. 20
Почтовый адрес: 111401, г. Москва, а/я 10

Издатель

ООО «Информационный центр «Финансы и кредит»
Юр. адрес: 123182, г. Москва, ул. Авиационная, 79-480
Факт. адрес: 111397, г. Москва, Зелёный проспект, д. 20
Почтовый адрес: 111401, г. Москва, а/я 10

Редакция журнала

Факт. адрес: 111397, г. Москва, Зелёный проспект, д. 20
Почтовый адрес: 111401, г. Москва, а/я 10
Тел.: +7 (495) 989-9610
E-mail: post@fin-izdat.ru
Website: <http://www.fin-izdat.ru>

Генеральный директор **В.А. Горохова**
Управляющий директор **А.К. Смирнов**
Директор по стратегии **А.А. Клюкин**

Главный редактор **В.Л. Макаров**, доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН, Москва, Российская Федерация

Зам. главного редактора
А.Е. Симонов, Москва, Российская Федерация

Редакционный совет

О.Н. Беленов, доктор экономических наук, профессор, Воронеж, Российская Федерация
С.Ф. Викулов, доктор экономических наук, профессор, Москва, Российская Федерация
И.Д. Грачёв, доктор экономических наук, Москва, Российская Федерация
П.А. Канапухин, доктор экономических наук, профессор, Воронеж, Российская Федерация
В.В. Ключков, доктор экономических наук, Москва, Российская Федерация
В.Н. Конышев, доктор политических наук, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Е.А. Пахомова, доктор экономических наук, Дубна, Российская Федерация
Е.Ю. Хрусталёв, доктор экономических наук, профессор, Москва, Российская Федерация
Л.С. Шаховская, доктор экономических наук, профессор, Волгоград, Российская Федерация
Н.Н. Швец, доктор экономических наук, Москва, Российская Федерация

Ответственный секретарь **И.Л. Селина**
Перевод и редактирование **О.В. Яковлева, И.М. Комарова**
Контент-менеджеры **В.И. Романова, Е.И. Попова**
Менеджмент качества **А.Ю. Садкус, А.В. Бажанов**
Корректор **Л.Ф. Королёва**
Подписка и реализация: **Т.Н. Дорохина**
Подписано в печать 14.01.2016
Выход в свет 26.01.2016
Формат 60x90 1/8. Объем 25 п.л. Тираж 1 140 экз.
Отпечатано в ООО «КТК»
Юр. адрес: 141290, Российская Федерация, Московская обл., г. Красноармейск, ул. Свердлова, д. 1
Тел.: +7 (496) 588-0866

Подписка

Агентство «Урал-пресс»
Агентство «Роспечать» – индекс 46573
Объединенный каталог «Пресса России» – индекс 12926
Свободная цена

Журнал доступен в EBSCOhost™ databases

Электронная версия журнала: <http://elibrary.ru>, <http://dilib.ru>, <http://biblioclub.ru>

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей

Перепечатка материалов и использование их в любой форме, в том числе в электронных СМИ, возможны только с письменного разрешения редакции

Редакция приносит извинения за случайные грамматические ошибки

© ООО «Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ»

СОДЕРЖАНИЕ**НАЦИОНАЛЬНЫЕ ИНТЕРЕСЫ**

Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. Технология поддержки агент-ориентированного моделирования для суперкомпьютеров 4

Дементьев В.Е., Новикова Е.С., Устюжанина Е.В. Место России в глобальных цепочках создания стоимости 17

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА ГОСУДАРСТВА

Грачёв И.Д., Шарапов М.М. Оценка перехода к газомоторному топливу в международном транспортном коридоре «Западная Европа – Западный Китай» 31

Жариков В.В., Заколодина Т.В., Дёгтева Л.В. Изменение видовой профессиональной структуры с учетом современных потребностей рынка труда России 40

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ

Савельева М.В. Особенности формирования конкурентоспособности российских регионов 51

Гурбан И.А., Печеркина М.С. Поведение экономической системы территории: методология анализа и классификация состояний устойчивости 61

<i>Афтахова У.В., Лаврикова Ю.Г.</i> Оценка влияния социальных рисков на уровень производительности труда в промышленности региона (на примере Пермского края)	77
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	
<i>Львова Н.А., Кальварский Г.В.</i> Банкротство как вызов экономической безопасности российских предприятий	89
<i>Окунь А.С., Васюта Е.А.</i> Налоговая задолженность как угроза финансовой безопасности государства: методологический аспект	98
ИННОВАЦИИ И ИНВЕСТИЦИИ	
<i>Валеева С.В.</i> Развитие концепции кластерного подхода в туризме	116
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ	
<i>Золин И.Е.</i> Об особенностях и содержании государственного регулирования рынка труда развитых стран на современном этапе	131
<i>Морошкина М.В.</i> Основные механизмы развития приграничных территорий: экономический и социальный аспекты (на примере России и Финляндии)	144
УГРОЗЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ	
<i>Павлов К.В., Головченко Е.Н., Ниценко В.С.</i> Эволюция парадигмы теневой экономики в научных исследованиях	155
<i>Ревенков П.В.</i> Электронные деньги: источники рисков при использовании в противоправных целях	164
<i>Шипицына С.Е., Петрова А.А.</i> Эконометрическое моделирование и прогнозирование незаконного оборота наркотических средств в целях противодействия распространению наркомании в регионах РФ	176
НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ	
<i>Симченко Н.А., Цёхла С.Ю.</i> Исследование экономической и социокультурной динамики развития Крыма в СССР (1960–1975 гг.)	189

NATIONAL INTERESTS PRIORITIES AND SECURITY

The objective of the journal is to provide an opportunity to the scientific and business community to publish original research findings, draw attention to promising and important fields of economic science, strengthen the comprehensive and useful exchange of views between the scientific and business communities in Russia and abroad

The journal's main task is to publish article matters aimed to create and maintain internal and external conditions conducive to the implementation of strategic national interests, priorities and economic security

Founder

Publishing house FINANCE and CREDIT
Office: 111397, Zelenyi prospect 20, Moscow, Russian Federation
Post address: 111401, P.O. Box 10, Moscow, Russian Federation
Telephone: +7 495 989 9610

Publisher

Information center Finance and Credit, Ltd.
Office: 123182, Aviatsionnaya St. 79-480, Moscow, Russian Federation
Post address: 111401, P.O. Box 10, Moscow, Russian Federation
Telephone: +7 495 989 9610

Editorial

Office: 111397, Zelenyi prospect 20, Moscow, Russian Federation
Post address: 111401, P.O. Box 10, Moscow, Russian Federation
Telephone: +7 495 989 9610
E-mail: post@fin-izdat.ru
Website: <http://www.fin-izdat.ru>

Director General **Vera A. Gorokhova**
Managing Director **Aleksey K. Smirnov**
Chief Strategy Officer **Anton A. Klyukin**

Editor-in-Chief **Valerii L. Makarov**, Central Economics and Mathematics Institute, RAS, Moscow, Russian Federation

Deputy Editors
Alexander E. Simonov, Moscow, Russian Federation

Editorial Council

Oleg N. Belenov, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation
Sergei F. Vikulov, 46th Central Research Institute of RF Ministry of Defense, Moscow, Russian Federation
Ivan D. Grachev, State Duma of Federal Assembly of Russian Federation, Moscow, Russian Federation
Pavel A. Kanapukhin, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation
Vladislav V. Klochkov, Institute of Control Sciences, RAS, Moscow, Russian Federation
Valerii N. Konyshev, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russian Federation

Elena A. Pakhomova, Dubna International University for Nature, Society and Man, Dubna, Russian Federation
Evgenii Yu. Khrustalev, Central Economics and Mathematics Institute, RAS, Moscow, Russian Federation
Larisa S. Shakhovskaya, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation
Nikolai N. Shvets, International Institute of Energy Policy and Diplomacy (MGIMO-University), Moscow, Russian Federation

Executive Editor **Inna L. Selina**
Translation and Editing **Olga V. Yakovleva, Irina M. Komarova**
Content Managers **Valentina I. Romanova, Elena I. Popova**
Quality Management **Alexandr Yu. Sadkus, Andrey V. Bazhanov**
Proofreader **Lidiya F. Koroleva**
Sales and Subscription **Tatiana N. Dorokhina**
Printed by KTK, Ltd., 141290, Sverdlov St., 1, Krasnoarmeysk, Russian Federation
Telephone: +7 496 588 0866
Published January 26, 2016. Circulation 1 140

Subscription

Ural-Press Agency
Rospechat Agency
Press of Russia Union Catalogue

Online version

EBSCOhost™ databases
Scientific electronic library: <http://elibrary.ru>
University Library Online: <http://biblioclub.ru>

Not responsible for the authors' personal views in the published articles

This publication may not be reproduced in any form without permission

All accidental grammar and/or spelling errors are our own

© Publishing house FINANCE and CREDIT

CONTENTS

NATIONAL INTERESTS

- Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D.* The technology to support agent-based modeling for supercomputers 4
Dement'ev V.E., Novikova E.S., Ustyuzhanina E.V. Russia's place in global value chains 17

ECONOMIC POLICY OF THE STATE

- Grachev I.D., Sharapov M.M.* Evaluating the transition to gas engine fuel for the Western Europe – China International Transit Corridor 31
Zharikov V.V., Zakolodina T.V., Degteva L.V. Changes in types of professional structure and contemporary needs of the Russian labor market 40

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ECONOMY

- Savel'eva M.V.* Competitiveness of the Russian regions: specifics of formation 51
Gurban I.A., Pecherikina M.S. Behavior of the local economic system: an analysis methodology and classification of sustainability conditions 61
Aftakhova U.V., Lavrikova Yu.G. Assessing the impact of social risks on the labor productivity in the region's industrial sector (evidence from the Perm Krai) 77

ECONOMIC SECURITY

- L'vova N.A., Kal'varskii G.V.* Bankruptcy as a challenge for economic security of Russian companies 89
- Okun' A.S., Vasyuta E.A.* Tax debt as a threat to the financial security of the State: methodological considerations 98

INNOVATION AND INVESTMENT

- Valeeva S.V.* Development of the cluster approach concept in tourism 116

INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS

- Zolin I.E.* On specifics and substance of the governmental regulation of labor markets in developed countries at the current stage 131
- Moroshkina M.V.* Principal mechanisms for developing border areas: economic and social considerations (evidence from Russia and Finland) 144

THREATS AND SECURITY

- Pavlov K.V., Golovchenko E.N., Nitsenko V.S.* The evolution of the shadow economy paradigm in researches 155
- Revenkov P.V.* Electronic money: sources of risks in its illegal use 164
- Shipitsyna S.E., Petrova A.A.* Econometric modeling and forecasting of illegal drug trafficking for countering drug proliferation in the regions of the Russian Federation 176

SCHOLAR DISPUTE

- Simchenko N.A., Tsekhla S.Yu.* A study into economic and sociocultural dynamics of Crimea's development in the USSR (1960–1975) 189

ISSN 2311-875X (Online)
ISSN 2073-2872 (Print)

Национальные интересы

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ*

Валерий Леонидович МАКАРОВ^{a*}, Альберт Рауфович БАХТИЗИН^b, Елена Давидовна СУШКО^c

^a доктор физико-математических наук, академик РАН, директор Центрального экономико-математического института РАН, Москва, Российская Федерация
makarov@cemi.rssi.ru

^b доктор экономических наук, заведующий лабораторией, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Российская Федерация
albert.bakhtizin@gmail.com

^c кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва, Российская Федерация
sushko_e@mail.ru

* Ответственный автор

История статьи:

Принята 16.09.2015
Одобрена 28.09.2015

УДК 330.47; 004.94
JEL: C63, C88

Ключевые слова: агент-ориентированные модели, суперкомпьютерные технологии, параллельные вычисления, демографические модели

Аннотация

Тема. В статье рассматривается специализированное программное обеспечение для технической реализации агентных моделей на суперкомпьютерах, а также описывается разработанная технология поддержки агент-ориентированного моделирования (АОМ) для суперкомпьютеров – STARS (Supercomputer Technology for Agent-oriented Simulation). Технология апробирована на примере мультиагентной демографической модели региона.

Цели. Построение мультиагентной демографической модели условного региона, обладающей интерфейсом для демонстрации пользователю происходящих во времени изменений основных демографических характеристик популяции агентов. Разработка методологии эффективного отображения счетного ядра мультиагентной системы на архитектуру современного суперкомпьютера.

Методология. Использована методология межузлового взаимодействия при помощи технологии активных сообщений, позволившая существенно повысить производительность мультиагентных моделей.

Результаты. Разработанная технология STARS позволяет легко реализовать как интерактивное моделирование, так и интерактивную визуализацию процесса моделирования в масштабе расчетного времени. Пока это возможно лишь в случае монопольного доступа к суперкомпьютеру (например, если будет использоваться компактный персональный суперкомпьютер). Для проведения масштабных экспериментов с более сложными агентами потребуется уже более вместительный и производительный суперкомпьютер.

Выводы. Возрастающий интерес крупнейших игроков IT-рынка (Microsoft, Wolfram, ESRI и др.) к АОМ доказывает перспективность этого инструмента и его большое будущее. Экспоненциальный рост общего объема данных, связанных с жизнедеятельностью людей, а также необходимость в построении аналитических систем добычи данных нового поколения, необходимых для прогнозирования социальных явлений и событий, обуславливают применение суперкомпьютерных технологий.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2016

Введение

Агент-ориентированные модели (*agent based models*) (далее – АОМ) – новое средство получения знания, в последнее время все чаще используемое в общественных науках (в том числе экономических). Основная идея, лежащая в основе АОМ, заключается в построении «вычислительного инструмента» (представляющего собой совокупность агентов с определенным набором свойств), позволяющего проводить симуляции реальных явлений. Конечная

цель процесса по созданию АОМ – отследить влияние флуктуаций агентов, действующих на микроуровне, на показатели макроуровня. Доминирующим методологическим подходом является метод, при котором вычисляется равновесие или псевдоравновесие системы, содержащей в себе множество динамически взаимодействующих по определенным правилам агентов. Среда, в которой они взаимодействуют, может быть достаточно сложной.

Таким образом, АОМ – это специальный класс моделей, основанных на индивидуальном поведении агентов и создаваемых для

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 14-18-01968.

компьютерных симуляций. Эти компьютерные симуляции тесно взаимосвязаны со такими понятиями, как «сложная система», «метод Монте-Карло», «вычислительная социология», «система с множеством агентов» и «эволюционное программирование» [1]. С технологической точки зрения агент-ориентированный подход является частным случаем более общей парадигмы программирования – объектно-ориентированного программирования [2].

Актуальность использования суперкомпьютерных технологий для разработки АОМ обусловлена тем, что обычный персональный компьютер не способен вместить в свою оперативную память то количество объектов программной среды, которое соответствует населению земного шара или густонаселенных стран. Запуск оригинальной модели в специализированных средах для разработки АОМ с количеством агентов, превышающим несколько миллионов, уже приводит к исчерпанию оперативной памяти персонального компьютера. В то же время имеется зарубежный опыт реализации на суперкомпьютерах агентных моделей с огромным (до 6,5 млрд ед.) числом агентов¹ [3–6]. Есть даже опыт высокопроизводительных вычислений агентных моделей с использованием графических процессоров².

Подобным же образом дела обстоят и с производительностью. Для пересчета состояния масштабной системы с нетривиальной логикой поведения и взаимодействия агентов (интеллектуальными агентами, см. [7]) требуются значительные вычислительные ресурсы, сопоставимые с потребностями вычислительных методов математической физики с аналогичным количеством расчетных ячеек. При этом, в отличие от последних, поведение агентов рандомизировано, поэтому требуется провести целую серию расчетов и найти вероятностное распределение ключевых характеристик итогового состояния моделируемой среды.

Данные факторы приводят к тому, что для проведения масштабных экспериментов используются суперкомпьютерные версии

моделей, в которых популяция агентов распределяется по множеству узлов суперкомпьютера и расчеты выполняются параллельно. При этом возникает задача адаптации разрабатываемых в традиционных программных средах моделей для суперкомпьютеров.

Как и при создании суперкомпьютерных программ для решения многих физических задач, потенциал для «распараллеливания» многоагентных систем заключен в использовании локальности межагентного взаимодействия. В модели, как и в реальной жизни, большая часть взаимодействий происходит между находящимися неподалеку субъектами. Это позволяет использовать подход распараллеливания «по пространству»: разместить популяцию агентов на узлах суперкомпьютера наиболее равномерно и с учетом близости их географического положения.

Таким образом, разбиение территории, на которой проживают агенты, на так называемые кварталы, обеспечивает базовую возможность для распараллеливания задачи. Это наиболее часто встречающийся на практике подход для случаев, когда взаимодействие элементов моделируемой системы удовлетворяет принципу пространственной локализации: связи и обмен данными имеют место преимущественно для элементов с близкими координатами и обрабатывают практически мгновенно в пределах каждого вычислительного узла. Например, для случая демографической модели это может означать, что выбор агентами брачного партнера происходит преимущественно в пределах определенной территории, а прочие взаимодействия являются не столь затратными (например, ограничены родственными связями).

Специализированное программное обеспечение для технической реализации агентных моделей на суперкомпьютерах

Для АОМ разработано более 100 различных программных сред с различными функциональными возможностями. При этом важно отметить, что все эти продукты реализованы в средах разработки, изначально не предназначенных для распараллеливания программного кода (к примеру, в Eclipse, MS Visual Studio и др.). Тем не менее появились также специализированные средства для построения агентных моделей непосредственно для суперкомпьютеров. Ниже кратко опишем наиболее известные.

¹ *Deissenberg C., van der Hoog S., Herbert D.* EURACE: A Massively Parallel Agent-Based Model of the European Economy / Document de Travail No. 2008-39, 24 Juin 2008; *Parker J.* A Flexible, Large-Scale, Distributed Agent Based Epidemic Model. Center on Social and Economic Dynamics. Working Paper. 2007. No. 52.

² *Берилло А.* NVIDIA CUDA – неграфические вычисления на графических процессорах // Информационный ресурс сети интернет IXBT.com. URL: <http://ixbt.com/video3/cuda-1.shtml>

Среда проектирования агентных моделей для суперкомпьютеров – RepastHPC. Отдельного внимания заслуживает программное обеспечение, разработанное для проектирования АОМ в целях последующего запуска на суперкомпьютерах, Repast for High Performance Computing (RepastHPC). Данный пакет реализован с использованием языка C++ и MPI – программного интерфейса для обмена сообщениями между процессами, выполняющими задачу в параллельном режиме, а также библиотеки Boost, расширяющей C++.

В рамках RepastHPC реализован динамический дискретно-событийный планировщик выполнения программных инструкций с консервативными алгоритмами синхронизации, предусматривающими задержку процессов для соблюдения определенной очередности их выполнения.

В RepastHPC агенты распределяются между процессами, и каждый процесс связан с агентом, являющимся *локальным* по отношению к данному процессу. В свою очередь, агент локален к процессу, выполняющему программный код, описывающий поведение данного агента. При этом копии остальных – *нелокальных* – агентов могут присутствовать в любом процессе, что позволяет агентам всей модели взаимодействовать с этими копиями. К примеру, пусть пользователь в своей модели, предполагающей параллельные вычисления, использует два процесса – $P1$ и $P2$, каждый из которых создает определенное количество агентов и имеет собственный планировщик выполнения программных инструкций. Агенты, поведение которых рассчитывается на процессе $P1$, являются локальными по отношению к данному процессу, и только в рамках данного процесса программный код может изменить их состояние (аналогично и для процесса $P2$). Предположим, процесс $P1$ запрашивает копию агента $A2$ из процесса $P2$. Агент $A2$ не является локальным по отношению к процессу $P1$, и соответственно программный код, выполняемый в рамках процесса $P1$, не может изменить состояние агента $A2$. При этом агенты, реализуемые в рамках процесса $P1$, при необходимости могут запросить состояние агента $A2$, но копия $A2$ останется неизменной. Изменение оригинального $A2$ возможно только в рамках процесса $P2$, но в этом случае RepastHPC синхронизирует изменения состояния агента между всеми процессами³.

³ Более подробно с данным ПО можно познакомиться в руководстве пользователя (Collier, 2012). URL:

Pandora – высокопроизводительное программное обеспечение для построения агентных моделей. В суперкомпьютерном центре Барселоны (*Barcelona Supercomputing Centre*) разработано высокопроизводительное программное обеспечение для построения крупномасштабных АОМ – Пандора (*Pandora*). Также Пандора обеспечивает полную поддержку геоинформационных систем в том случае, если для функционирования моделей необходима географическая привязка агентов.

Результат каждой симуляции хранится в иерархическом формате данных (*Hierarchical Data Format, HDF*), предназначенном для хранения большого количества цифровой информации. Этот формат поддерживается большинством ГИС.

Пандора дополняется программой Кассандра (*Cassandra*), позволяющей визуализировать процесс выполнения симуляции с использованием 2D и 3D графики.

Разработчики предлагают использовать Пандору для следующих исследовательских направлений:

- социальных явлений, анализа социальных сетей и межличностных взаимодействий;
- сложных социально-экономических систем;
- миграционных процессов и др.

Механизм работы Пандоры выглядит следующим образом. После концептуального определения каркаса создаваемой модели ее первая реализация может быть разработана с помощью скриптов языка Python, а полученные результаты затем обрабатываются с использованием нескольких инструментов анализа. Если для реализации модели потребуются дополнительные аппаратные ресурсы, Пандора может конвертировать программный код в C++-версию, при этом автоматически его распараллелив. Таким образом, по заверению разработчиков, от пользователя не требуется дополнительных усилий по адаптации программного кода для узлов суперкомпьютера.

Среда функционирования агентов в Пандоре определяется как набор слоев, содержащих растровые карты, соответствующие стандартам ГИС. В процессе симуляции моделируемая среда, а также населяющие ее агенты равномерно распределяются по узлам суперкомпьютера.

Такой подход наилучшим образом решает проблему распределения вычислительной

http://repast.sourceforge.net/repast_hpc.html

нагрузки при моделировании древних сообществ, в которых не было средств телекоммуникации.

Синхронизация в Пандоре осуществляется с помощью интерфейса MPI. Кроме того, директивы OpenMP используются для распределения вычислительной нагрузки по различным процессорам внутри узла. При анализе разных пакетов для разработки агентных моделей было выявлено, что наиболее ресурсоемкими участками кода являются моменты сбора информации и решения о порядке выполнения программных инструкций на следующем шаге. В Пандоре для одного процессора выполняемый шаг модели содержит в себе три составляющих метода. В рамках первого из них (updateKnowledge) агенты собирают информацию, но не могут изменять параметры среды и состояния других агентов. Второй метод (SelectAction) позволяет агентам принимать решения и генерировать последовательность дальнейших действий, но по-прежнему не разрешает проводить какие-либо изменения. Наконец, во время третьего метода (updateState) агенты меняют свое состояние. В случае использования множества процессоров Пандора равномерно распараллеливает между ними объем вычислений первых двух методов (наиболее ресурсоемких). Что касается процедур третьего метода, то они выполняются последовательно, с тем чтобы избежать возможных конфликтов [8].

Среда построения агентных моделей ABM++. В АОМ EpiSims, разработанной исследователями из Института биоинформатики Вирджинии (Virginia Bioinformatics Institute), рассматриваются как перемещения агентов, так и их контакты в рамках среды, максимально приближенной к реальности и содержащей дороги, здания и прочие инфраструктурные объекты [9]. Для построения модели потребовался большой массив данных, включающий информацию о здоровье отдельных людей, их возрасте, доходе, этнической принадлежности и т.д.

Исходная цель исследования заключалась в построении для запуска на суперкомпьютере АОМ большой размерности, с помощью которой можно будет изучать распространение болезней в обществе. Однако впоследствии в процессе работы также решалась задача, связанная с созданием специализированного программного обеспечения ABM++, которое позволяет осуществлять разработку АОМ на языке C++, а также содержит функции, облегчающие распределение исполняемого программного кода

на узлах кластеров суперкомпьютера. Помимо этого ABM++ предоставляет возможность динамического перераспределения потоков вычислений, а также синхронизации происходящих событий.

ABM++, первая версия которого появилась в 2009 г., представляет собой результат модернизации инструмента, разработанного в 1990–2005 гг. в Лос-Аламосской национальной лаборатории в процессе построения крупномасштабных АОМ (EpiSims, TRANSIMS, MobiCom).

Межпроцессорные связи между вычислительными узлами в АОМ часто требуют синхронизации происходящих в модели событий. ABM++ позволяет разрабатывать модели, отвечающие этому требованию. К примеру, в социальных моделях агенты часто перемещаются между различными точками пространства (работой, домом и т.д.), а на программном уровне этому соответствует смена узла кластера, и здесь важно, чтобы модельное время принимающего узла было синхронизировано с временем узла, который агент только что покинул.

Также в ABM++ реализована библиотека MPIToolbox, которая соединяет интерфейс C++ API (*Application Programming Interface*) и Message Passing Interface (*MPI*) суперкомпьютера и ускоряет передачу данных между узлами кластеров. В качестве интегрированной среды разработки рекомендуется пакет Eclipse с плагином для поддержки C и C++, а также с плагином PTP (*Parallel Tools Platform*), обеспечивающим разработку и интеграцию приложений для параллельных компьютерных архитектур.

SWAGES – расширяемая распределенная среда для крупномасштабного агент-ориентированного моделирования. Ученые из Университета Тафтса (Медфорд, Массачусетс, США) представили пакет SWAGES – среду для разработки распределенных агент-ориентированных моделей с возможностью автоматического динамического распараллеливания программного кода. SWAGES представляет пользователям поддержку нескольких языков программирования, а также возможность подключения плагинов (отдельных модулей из соответствующих внешних библиотек) для визуализации, статистического анализа и автоматической обработки ошибок. Результаты вычислений могут быть сконвертированы в файлы для последующего использования в

общедоступных средствах обработки данных (типа R или Scilab).

Кроме того, SWAGES содержит несколько компонент клиент-серверной архитектуры, серверные компоненты которой предоставляют возможности для распределенных вычислений (планировки, распределения, запуска, контроля за выполнением, восстановления после сбоев и др.). На сервере определяются наборы экспериментов, отличающиеся начальными состояниями, приоритетом выполнения, а также формируются коллекции выходных данных, результаты дополнительного анализа данных и т.д.

Агенты могут быть описаны с использованием любого программного языка, поддерживаемого Poplog (к примеру, Pop11, Prolog, ML, Scheme, C-Lisp). Кроме того, для разработчика предусмотрена возможность вызова внешних функций, написанных на других языках программирования, посредством специального интерфейса. SWAGES содержит встроенные инструменты для статистического анализа, а также библиотеки для добычи данных (в различных форматах, включая HTML, TeX, простой текст).

Разработчики SWAGES позиционируют свой продукт как проработанную среду для построения крупномасштабных АОМ, успешно использованную как минимум для нескольких десятков научно-исследовательских проектов⁴.

Число специализированных программных продуктов для реализации агентных моделей на суперкомпьютерах постоянно растет. Помимо описанных выше, следует упомянуть также MUSE, CyberGIS и др. В связи с этим появление на этом поле больших игроков (как, к примеру, Microsoft), по сути, лишь вопрос времени.

Адаптация моделей для запуска на суперкомпьютере

Учет специфики среды исполнения современных суперкомпьютеров. Опишем разработанную технологию поддержки АОМ для суперкомпьютеров STARS (Supercomputer Technology for Agent-oriented Simulation) на примере реализованных авторами в среде AnyLogic⁵ двух демографических моделей,

поскольку для моделирования именно демографических процессов агент-ориентированный подход признается наиболее продуктивным⁶ [10]. Важно отметить, что кроме общей схемы распараллеливания, которая определяет способ преобразования исходного кода модели, необходимо, чтобы модель удовлетворяла базовым требованиям современных суперкомпьютеров, для которых де-факто стандартом является ориентация на MPI. К сожалению, рассчитывать ни на общую память у узлов суперкомпьютера, ни на поддержку стандарта OpenMP, в чем авторы убедились еще несколько лет назад, не приходится. Также не приходится рассчитывать ни на установленную на суперкомпьютер среду моделирования AnyLogic, ни на прочие возможности типа библиотек для работы с файлами в формате MS Excel. Нежелательным является и использование стандартной среды исполнения Java, поскольку она редко присутствует на суперкомпьютере.

Именно поэтому вся специфика, свойственная исходной среде исполнения AnyLogic и стандартному Java-окружению, должна быть адаптирована к суперкомпьютеру, а взаимодействия между вычислительными узлами основываться на стандарте MPI.

Учет имеющегося опыта и анализ новых программных технологий. Уже опробованная авторами при распараллеливании демографической модели России в 2011 г. библиотека для многоагентного моделирования ADEVS показала себя достаточно хорошо [11]. В последних версиях ADEVS имеется также некоторая поддержка Java, что также является позитивным моментом. Однако разработчики ADEVS до сих пор не реализовали параллельную работу на суперкомпьютере (за исключением технологии OpenMP для мультипроцессоров, что в предыдущей нашей работе потребовало значительных доработок в части поддержки MPI).

Также при распараллеливании предыдущей, достаточно простой модели, она была переписана на C++ целиком, что является избыточным: пред- и

(дискретно-событийный), системно динамический и агентный, а также любую их комбинацию. Более подробно см. URL: <http://anylogic.ru>

⁴ Более подробно про SWAGES можно узнать на сайте лаборатории взаимодействия между человеком и роботом (факультет информатики Университета Тафтса). URL: <http://hrilab.org>

⁵ AnyLogic – инструмент имитационного моделирования, который поддерживает все подходы к созданию имитационных моделей: процессно-ориентированный

⁶ Stillwell J., Clarke M. Population Dynamics and Projection Methods, Understanding Population Trends and Processes. 2011. Vol. 4. 222. doi 10.1007/978-90-481-8930-4; Wu B.M., Birkin M.H. Agent-Based Extensions to a Spatial Microsimulation Model of Demographic Change. In: Agent-Based Models of Geographical Systems. 2012. P. 347–360. doi 10.1007/978-90-481-8927-4-16

пост-обработка данных, а также создание начального состояния многоагентной среды не является критическими по времени операциями. Для суперкомпьютера обычно достаточно распараллелить лишь вычислительное ядро алгоритма, то есть в данном случае – фазу пересчета состояния популяции. В текущей реализации модели фаза пересчета не использует планировщик AnyLogic, так как требуется обеспечить строго определенную очередность обработки состояния агентов.

Анализ новейших программных технологий показал, что в последнее время активно развиваются встраиваемые средства для исполнения Java-программ, которые используют так называемую АОТ (*Ahead-Of-Time*) компиляцию. При этом результатом работы АОТ-компилятора является обычный автономный исполняемый модуль, содержащий машинный код для целевой платформы. Эксперименты с одним из подобных продуктов – АОТ-компилятором Avian – позволили сделать следующие выводы:

- Avian позволяет получить автономный исполняемый модуль в виде MPI-приложения для суперкомпьютера, при этом на C++ легко реализуется произвольный дополнительный код, включая инициализацию и привязку к коммуникационной библиотеке MPI;
- скорость работы полученного программного модуля (к примеру, на классической игре «Жизнь») приблизительно соответствует скорости работы ADEVS.

Это позволило переложить значительную часть работы на АОТ-компилятор и реализовать на C++ только самое необходимое, оставив для ADEVS нишу поддержки ускоренных стадий со сложным межагентным взаимодействием.

Выбор технических решений для распараллеливания модели. В качестве программного средства для организации межузлового взаимодействия выбрана парадигма активных сообщений. Она широко и с успехом применяется в этом качестве, и удобна прежде всего тем, что избавляет программиста от необходимости анализировать поступающие сообщения. Достигается это тем, что сообщения пересылаются в виде сериализованных объектов, при приеме и восстановлении объектного вида которых просто вызывается их метод handle. То есть о том, что должно происходить при приеме сообщения, заботится исключительно формирующая и посылающая его сторона.

На базе активных сообщений для встраиваемой среды исполнения Avian+MPI был реализован программный каркас, в котором выделенный (первый по счету) узел кластера выдает задания (так называемые стадии расчета) и собирает результаты со всех участвующих (включая его самого) в расчете узлов. Одному шагу моделирования (году в терминологии текущей модели) может соответствовать несколько стадий, так как при межузловом межагентном взаимодействии может возникнуть потребность в согласовании определенных свойств у агентов (например, согласование партнерами желаемого количества детей).

Для формата ALP, используемого средой AnyLogic для хранения описания моделей, был разработан конвертер, в котором для каждой секции входного файла реализован обработчик, собирающий существенную информацию о модели и генерирующий Java-классы. Все эти обработчики используются конвертером с учетом программной специфики модели (то есть набора правил трансляции). Например, инициализация поля главного класса модели Population обрабатывается так, чтобы получить количество агентов из окружения, что позволяет задавать это значение в виде опций командной строки.

Эмуляция необходимых функций AnyLogic (взаимодействия, генераторы случайных чисел используемых вероятностные распределения, чтение и запись Excel-файлов) была реализована в виде отдельного программного пакета RT (RunTime).

C++ код для работы с MPI и низкоуровневыми примитивами (сравнительно простыми графическими элементами) размещается в отдельном программном модуле, производит инициализацию и вызывает входную точку модели, предоставляя некоторые примитивы, а также полезные средства для отладки.

Технология получения и запуска параллельной версии. Исходное, разработанное в среде AnyLogic описание модели, представляет собой XML-файл с расширением .ALP (XML-файл в стандарте AnyLogic), в котором содержится описание агентных сущностей модели, их параметры, а также правила пересчета состояния агентов во время эволюции. Кроме ALP-описания к модели прилагается файл с данными в формате Excel, в котором указаны численные параметры, используемые как на стадии формирования населения, так и при пересчете состояния популяции агентов.

МЕСТО РОССИИ В ГЛОБАЛЬНЫХ ЦЕПОЧКАХ СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ*

Виктор Евгеньевич ДЕМЕНТЬЕВ^a*, Екатерина Сергеевна НОВИКОВА^b, Елена Владимировна УСТЮЖАНИНА^c

^a доктор экономических наук, профессор, заместитель директора ЦЭМИ РАН, Москва, Российская Федерация
vedementev@rambler.ru

^b кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация
eknov1981@gmail.com

^c доктор экономических наук, заведующая кафедрой экономической теории, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация
dba-guu@yandex.ru

* Ответственный автор

История статьи:

Принята 17.09.2015
Одобрена 29.09.2015

УДК 334.012
JEL: F21, F23

Ключевые слова:

международное разделение труда, международная кооперация, цепочки создания стоимости, распределение добавленной стоимости, барьеры эффективной кооперации

Аннотация

Тема. В работе исследуется опыт стран, добившихся с помощью цепочек создания стоимости значимых конкурентных преимуществ, проводится анализ основных ошибок, допущенных Россией в процессе встраивания в международное разделение труда.

Цели. Анализ создания стоимости с точки зрения внешней и внутренней конкурентоспособности.

Результаты. Описаны ошибки встраивания в международную кооперацию, характерные для России, которые делятся авторами на две группы: ошибки внутренней и ошибки внешней экономической политики. К внутренним ошибкам относится, прежде всего, отсутствие государственной промышленной политики в условиях резкого снижения барьеров между отечественной и мировой экономикой. Основная внешняя ошибка – это фактическая ориентация на сырьевую модель развития и, как следствие, попадание в ловушку технологического колониализма. Несмотря на то, что львиная доля коллективной ренты достается участникам-лидерам, зависимые участники получают доступ к рынкам, новым технологиям и управленческим практикам. Однако, с точки зрения длительной перспективы, это порождает риск консервации как подчиненного положения, так и технологической зависимости.

Выводы. В работе делается вывод, что в современных условиях к реализации установки на импортозамещение следует подходить взвешенно, понимая риски того, что перенос всех стадий создания стоимости в рамки национальной экономики может при определенных обстоятельствах стать тормозом технологического развития, поскольку участие в глобальных цепочках создания стоимости способствует существенному росту производительности труда. Сформулированы основные принципы, которые необходимо использовать при построении новых кооперационных связей российских компаний с новыми партнерами.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2016

В современном мире международное сотрудничество в экономической сфере выходит за рамки торгового взаимодействия. Новой формой кооперации и одновременно новой формой конкуренции становится участие в глобальных цепочках создания стоимости. Согласно подготовленному для Саммита лидеров стран G-20 в 2013 г. документу «Последствия глобальных цепочек создания стоимости для торговли, инвестиций, развития и занятости», глобальные цепочки создания стоимости, координируемые

многонациональными корпорациями, занимают в настоящее время 80% мировой торговли¹.

Термин «цепочка создания стоимости» (*value chain*) был введен Ф. Глюком и Р. Буэроном для исследования процесса создания стоимости внутри компании [1, 2]. Они предложили рассматривать компанию как совокупность различных видов деятельности, каждая из которых вносит свой вклад в формирование как затрат компании, так и ее результатов. Процесс создания стоимости был разбит на этапы: проектирование, производство, маркетинг, дистрибуция и дополнительные услуги (поддержание ценности

* Авторы выражают глубокую признательность рецензенту, академику В.Л. Макарову за ценные замечания.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, гранты № 14-06-00164 А «Развитие теории динамического ценообразования на рынках с доминирующим покупателем» и № 15-06-02171 А «Влияние форм интеграции бизнеса на инновационное развитие».

¹ Последствия глобальных цепочек создания стоимости для торговли, инвестиций, развития и занятости. Аналитический обзор, август 2013. ОЭСР, ВТО, ЮНКТАД. М.: Минэкономразвития России, 2013. С. 3.

товара для потребителя). Каждый вид деятельности потребляет приобретаемые на стороне ресурсы, труд, технологии, информацию и денежные средства и одновременно создает дополнительную стоимость (ценность) товара для потребителя.

Эти идеи были развиты М. Портером, который разделил процессы создания стоимости внутри компании на основные и вспомогательные [3]. Основные виды деятельности имеют непосредственное отношение к физическому созданию продукта, продажам и движению продукта по направлению к покупателю, а также к обслуживанию и технической поддержке товаров после приобретения. Вспомогательные виды деятельности направлены на поддержание основных видов деятельности и друг друга. Портеру принадлежит идея о том, что именно цепочки создания стоимости формируют конкурентные преимущества компании.

Позднее данный термин стал использоваться и для анализа устойчивых кооперационных связей между компаниями, а затем перешел на межстрановой уровень – появились глобальные цепочки создания стоимости (ГЦС). Межфирменные цепочки создания стоимости характеризуются двумя основными чертами: наличием устойчивых кооперационных связей между контрагентами и синергетическим эффектом взаимодействия – коллективной эффективностью.

Существуют различные теории, объясняющие данный феномен, наиболее известной из которых является концепция Р. Болдвина о двух «великих разделениях» (*great unbundling*) [4]. Первое великое разделение произошло во времена промышленной революции и заключалось в отделении производства (фабрик) от потребления (домашних хозяйств). Второе великое разделение имело место в конце XX в. и было связано с информационной технологической революцией. Развитие информационных технологий создало возможность отделения производства от офисов, разделения производственного процесса на составляющие и их локализацию в различных частях мира. Помимо развития информационных технологий возможность второго разделения была связана со снижением транспортных расходов, а также либерализацией торговли и движения инвестиций.

Выделяют следующие типы цепочек создания стоимости: иерархия, квазиерархия, сети и близкие рыночные отношения [5]. К *иерархиям*

можно отнести цепочки создания стоимости в рамках бизнес-групп, основанных на владельческом контроле. *Квазиерархии* – это группы компаний, объединенных между собой как кооперационными связями, так и наличием центрального агента, положение которого базируется на монополии [6]. Монополия может определяться либо уникальностью ресурса, которым владеет данный агент, включая доступ к редким ресурсам, связи с правительственными организациями, рыночную позицию, владение патентами или торговыми марками и т.д., либо вложениями других участников в специфические активы (монополия). Монополия спроса и/или предложения позволяет центральному агенту в определенной степени монополизировать и координирующие функции [7]. *Сети* – это объединение компаний по принципу взаимного дополнения на основе выгоды сотрудничества за счет объединения ресурсов и компетенций. Координация деятельности носит характер взаимного согласования и осуществляется на основе специальных процедур (правил взаимодействия) [8]. Наконец, *близкие рыночные отношения* (*arm's length market relations*) – это устойчивые кооперационные связи между отдельными компаниями, которые поддерживаются длительностью отношений и доверием друг к другу. Они обеспечивают снижение транзакционных издержек и защиту от неопределенности внешней среды. Координация деятельности носит характер сотрудничества [9].

Внешняя и внутренняя конкурентоспособность

Участие в цепочках создания стоимости можно анализировать с точки зрения как внешней, так и внутренней конкурентоспособности. Внешняя конкурентоспособность – это способность конкретной цепочки создания стоимости генерировать коллективную эффективность, обеспечивать повышение ценности финальной продукции и/или снижение затрат на ее производство по сравнению с имеющимися *альтернативами*. *Внутренняя* конкурентоспособность – это сила конкретного участника, которая определяет его долю в общей величине добавленной стоимости. Сила участника зависит от уникальности его вклада и возможности альтернативного доступа к рынку (барьеров входа). Власть и, соответственно, высокая доля дохода участника определяются, в частности, его нематериальными компетенциями – НИОКР, дизайном, брендингом, маркетингом, которые обычно принадлежат компаниям из развитых стран [10]. Ведущие компании

определяют, что должны производить другие участники ГЦС, как они должны это производить (процессы, технологии, системы контроля качества), где производить (локализация производства) и в каких количествах. Достаточно часто они оказывают влияние и на цену поставки [11].

Необходимо отметить, что даже подчиненная позиция в ГЦС может быть выгодна участникам, поскольку само участие создает для них возможности доступа на рынок и быстрое продвижение по кривой обучения – ведущие участники предъявляют высокие требования к снижению издержек, повышению качества продукции, росту производительности труда и одновременно делятся своими технологическими и управленческими практиками. Кроме того, через ГЦС проходят значимые финансовые потоки, которые подпитывают всех участников. Однако в перспективе такая форма участия порождает риск консервации подчиненного положения и технологической зависимости.

По мнению Дж. Хамфри и Г. Шмитца, наибольшую долю в объеме добавленной стоимости получают участники, располагающиеся на крайних позициях ГЦС [5]. Данная концепция получила название *Smiley Face* в связи с видом графика (параболой), отражающим зависимость между величиной добавленной стоимости и местом в цепочке – исследования, инновации, дизайн, сборка, логистика, маркетинг и дополнительные услуги. Звенья, оттягивающие на себя большую долю коллективной эффективности, располагаются по краям графика. Присваиваемая рента тем больше, чем меньше в соответствующем сегменте конкуренция и больше рыночной власти². Иными словами, те, кто занят R&D или контролируют доступ на рынок, получают дополнительную ренту. Это означает, что, выступая каналами трансфера знаний и технологий, ГЦС, с одной стороны, открывают возможности для модернизации промышленности и развития технологической базы стран-участниц, а с другой – увеличивают их взаимозависимость и создают препятствия для доступа производственных компаний к звеньям с высокой добавленной стоимостью.

Использовать участие в ГЦС для изменения своей позиции в мировом разделении труда удастся не всем. В качестве успешного примера можно

² Моисеичев Е., Мешкова Т. Россия в глобальных цепочках создания стоимости: в поисках эффективной стратегии // Мосты. 2015. Вып. 8. № 3. URL: <http://ictsd.org/bridges-news/мосты/overview>

привести опыт Китая, который из поставщика дешевой рабочей силы превратился в одного из разработчиков высокотехнологичной продукции. Во многом это связано с тем, что обязательными требованиями для международной кооперации с участием китайских компаний выступали передача технологических разработок и размещение центров НИОКР внутри страны. То, что компании из развитых стран соглашались на соответствующие условия, объясняется в том числе объемом китайского рынка сбыта.

В настоящее время можно говорить о том, что транснациональные компании развитых стран сформировали глобальные цепочки создания стоимости, в которых стадии с высокой добавленной стоимостью (разработка и проектирование, маркетинг, сопутствующие услуги) располагаются внутри собственных экономик, а стадии с низкой добавленной стоимостью (производство) – в развивающихся странах (рис. 1).

По данным ЮНКТАД, развитые экономики Европы, как например Германия, находятся на верхнем уровне развития ГЦС, Россия – между этапом интеграции в ГЦС и этапом модернизации продуктов/процессов, а Китай перешел в стадию технологического прогресса.

Согласно методике ЮНКТАД, место той или иной экономики в международном разделении труда определяется по доле экспорта товаров и услуг, относящихся к технологиям разного уровня. Выделяют четыре сегмента:

- 1) высокие технологии (фармацевтика, коммуникационное оборудование, медицинское и оптическое оборудование, космические разработки);
- 2) высокие технологии среднего уровня (химическая промышленность, машиностроение, станкостроение, двигателестроение);
- 3) низкие технологии среднего уровня (производство продуктов нефтяной переработки, пластика, металлов, судостроение);
- 4) продукция низкого технологического уровня (пищевая промышленность, текстильная промышленность, деревопереработка и другие виды переработки).

В соответствии с данной классификацией российская экономика обладает самым высоким

индексом в области низких технологий среднего уровня в связи со значительной долей экспорта в области продуктов нефтяной переработки (рис. 2).

При этом Россия участвует в ГЦС в области самолетостроения, двигателестроения, автомобилестроения, животноводства и др. преимущественно на стадии конечного производства и дистрибуции. То есть своим партнерам по ГЦС она интересна прежде всего как рынок сбыта. Хотя есть и исключения – поставки российских титановых изделий для Boeing и Airbus, двигателей для американских ракет. Если говорить о структуре российского экспорта, то в нем значительную долю занимают продукты нефтегазовой отрасли. Это подтверждается цифрами: в 2009 г. экспорт промежуточных товаров из России, использовавшихся в дальнейшем для экспорта в третьи страны, составлял 43%, а импортируемые ресурсы, использовавшиеся в экспорте, – всего 7% (рис. 3).

В результате те цепочки, в которых наша страна занимает относительно выгодные позиции (последние звенья), обладают конкурентоспособностью преимущественно на внутреннем рынке. Но в основном Россия участвует в международном разделении труда как поставщик природных ресурсов. Во многом такое положение связано с тем, что вместо развития собственных и заимствования уже существующих технологий Россия взяла курс на сокращение инвестиций в НИОКР и приобретение готовых полуфабрикатов.

Следствием проведения такой политики стало попадание в ловушку зависимости от наших партнеров по международному разделению труда. В обрабатывающей промышленности это привело к технологической зависимости России от западных стран, в животноводстве и рыбном хозяйстве – к зависимости от поставщиков племенного материала. В военной промышленности – к снижению обороноспособности вследствие риска прекращения поставок и/или отключения уже поставленных систем управления. По некоторым видам продукции зависимость российской экономики от импорта достигает почти 90% (рис. 4).

Мировой экономический кризис наглядно продемонстрировал бесперспективность модели роста на основе экспорта сырьевых товаров. Взаимный обмен санкциями еще больше осложнил ситуацию. Положение российской экономики в мировом разделении труда, остается

достаточно уязвимым. Для того чтобы понять, что делать в будущем, необходимо оглянуться на прошлое, проанализировать основные внутренние и внешние барьеры, которые препятствовали эффективному участию России в международной кооперации.

Внутренние барьеры эффективной кооперации

Отсутствие государственной промышленной политики в условиях резкого снижения барьеров между отечественной и мировой экономикой. В 1990-е гг. в Правительстве РФ торжествовали идеи рыночного фундаментализма – представления о рынке как об идеальной системе саморегулирования. При этом не учитывался характер кооперационных связей, сложившихся в экономике, которую стали переводить на «рыночные рельсы», и особенности рынков высокотехнологичной продукции.

Большинство этих рынков имеет олигопольный характер. Одним из принципиальных направлений соперничества на них является борьба за лидерство в разработке новой продукции. Основными конкурентными преимуществами компаний-лидеров наукоемких рынков в настоящее время являются: имеющиеся научные и технологические заделы; поддержка правительства (финансовая и политическая); рыночная репутация и связи с потребителями, обеспечивающие возможность достижения масштабов окупаемости серии; производственные мощности, гарантирующие объемы и скорость поставки. В пользу олигопольной структуры наукоемких отраслей свидетельствует описываемая перевернутой U-образной кривой зависимость между конкуренцией и инновациями в этих отраслях [12].

Итогом отсутствия промышленной политики стало падение основных показателей развития обрабатывающей промышленности. В особенно тяжелом положении оказались станкостроение, производство дизелей, тракторов, комбайнов. Трудная ситуация сложилась в авиастроительной отрасли. За 1990-е и 2000-е гг. были фактически потеряны и внешний, и внутренний рынок самолетов гражданского назначения. Если в 1980-е гг. каждый второй летающий самолет гражданского назначения был выпущен в СССР, то в 2014 г. Россия занимала 1% мирового рынка гражданских самолетов. На начало 2015 г. воздушный парк крупнейшей российской авиакомпании «Аэрофлот» состоял из 154 лайнеров, из них только 18 (11,7%) были российского производства (SSJ-100). Воздушный

парк «Трансаэро» включал в себя 101 самолет, из них 3 (3 %) российского производства (Ту-214). В 2013 г. на российский рынок было поставлено 113 пассажирских самолетов, в том числе 97 самолетов иностранного производства и 13 новых отечественных самолетов.

Отечественные судостроительные заводы сейчас строят корпуса судов и передают их на комплектование в Голландию, российский авиапром вынужден импортировать авионику. По многим видам машин и оборудования предприятия целиком перешли на импортные закупки.

За последние 20 лет производство станков сократилось почти в 20 раз: с 70 до 3 тыс. в год. По оценкам экспертов, количество действующих станков в стране оценивается от 900 тыс. до 1,5 млн шт. Из них ежегодно выходят из эксплуатации около 50 тыс. шт. Общая изношенность (моральная и физическая) оборудования достигла 80%. По данным объединения «Станкоимпорт», ежегодный объем продаж станков в России составляет 1–1,5 млрд долл. США, доля отечественных – не более 1%.

С середины 2000-х гг. ситуация стала частично исправляться. Однако даже сейчас добавленная стоимость в промышленности на одного человека в год составляет в РФ 1,4 тыс. долл. США против 6–10 тыс. долл. США в развитых странах³.

По мнению экспертов, самые важные санкции, введенные Западом против нашей страны, связаны с технологиями, поскольку наступил новый вид колониализма – технологический. *«Технологические санкции относятся не только к науке и космосу, а вообще ко всем направлениям. США отсекали нас от нефтянки, от новых технологий добычи на шельфе. То есть они отсекают нас везде не просто от совместной разработки, а от использования этих продуктов. Этот список по сути закрытый. Вы не знаете, от каких технологий вас отсекут»*⁴.

Сокращение финансирования научных исследований и разработок. В условиях, когда основную долю добавленной стоимости (технологическую ренту) получают страны – поставщики новых технологий и разработчики новых продуктов, относительный объем вложений России в НИОКР в 5 раз меньше, чем в развитых странах. Россия тратит на НИОКР менее 100 долл.

США в год на душу населения, тогда как развитые страны – до 500 долл. США.

Расходы России на НИОКР в 2012 г. составили всего 1,68% ВВП, причем вклад государства составил 0,56%, а бизнеса – 1,12%. Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, сократилась к 2012 г. на 18,1% по сравнению с 2000 г., а по сравнению с 1992 г. – в 2 раза⁵.

Если в СССР доля предприятий, осуществляющих новаторскую деятельность, составляла около 50%, то сегодня в России технологическими инновациями занимаются не более 8,9%. В Восточной Европе этот показатель находится на уровне 25–30%, в Западной Европе – более 40–50%.

Внешние барьеры эффективной кооперации

Развитые страны мировой экономики являются своего рода дирижерами международной кооперации, наработавшими стратегические приемы, которые помогают им сохранять лидерство.

Подчинение контрагентов посредством формирования квазиерархических, модульных структур интеграции. Модульная или квазиерархическая форма координации основывается на том, что компании-партнеры по заказу центрального агента – фирмы-интегратора разрабатывают, производят и поставляют полуфабрикаты, комплектующие, готовые узлы и пр., изготовленные специально для конкретного проекта. Для этого они должны осуществлять существенные вложения в проектирование, приобретение специфических активов, отладку технологий [6]. Фирма-интегратор контролирует процессы, которые трудно воспроизвести другим и перепоручает остальные виды деятельности субподрядчикам. Компании-партнеры используют при этом собственные идеи (интеллектуальную собственность) и собственные ресурсы (имущество, специалистов, оборудование, связи и т.д.).

Примером такой формы организации бизнеса является группа компаний, сформировавшаяся вокруг корпорации Boeing. В качестве ее поставщиков и субподрядчиков выступают более 3 500 фирм, расположенных в 45 штатах и

³ URL: <http://ereport.ru/articles/weconomy/russia.htm>

⁴ Ионин А. Мир контролирует тот, кто контролирует технологии. URL: <http://vz.ru/society/2014/12/1/647165.html>

⁵ URL:

http://gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/science_and_innovations

70 странах⁶. В «проекте-787» корпорация Boeing вынесла производство крыльев, основных частей фюзеляжа, стабилизаторов и системы шасси за пределы страны, оставив в Сиэтле лишь пункт финальной сборки. В прежние годы Boeing раз в десятилетие привлекал огромные инвестиции для создания нового самолета (проектирование и строительство завода с почти полным циклом производства). Сейчас компания переложила большую часть этого бремени на поставщиков частей и компонентов. Еще один пример – компания Apple, которая задействовала пять стран (США, Германию, Францию, Китай, Южную Корею) в производственной цепочке создания телефона iPhone.

В результате имеет место принципиально новая форма контроля интегратора над компаниями-субподрядчиками. Власть интегратора основывается не на участии в капитале партнеров, а на позиции в бизнесе – роли заказчика их продукции (работ, услуг). Компании-партнеры, которые вынуждены инвестировать значительные средства в разработку и организацию производства соответствующих модулей, заинтересованы в длительном сотрудничестве с интегратором.

Вытеснение потенциальных соперников и контрагентов на высококонкурентные рынки.

Ориентиром действий стран-лидеров зачастую является усиление конкуренции на рынках закупаемых ими товаров, в результате чего достигается снижение цен на эти товары. Попытки поставщиков увеличить свои доходы за счет наращивания предложения только усугубляют ситуацию.

Вовлечение других стран в конкуренцию – стратегический прием, применяемый не только по отношению к развивающимся странам. Курс США на активизацию конкуренции на рынках закупаемых товаров не ограничивается лишь рынками сырьевых ресурсов. Так, в период с 1983 по 1990 г. США пытались устранить Японию как активного конкурента на прибыльных рынках интегральных микросхем. Стратегия американцев охватывала три направления действий: 1) развязывание «торговой войны» против Японии; 2) интенсификацию научно-промышленной политики при долевым финансировании из бюджета Министерства обороны; 3) создание конкурента Японии в лице Южной Кореи.

Американские компании, в первую очередь IBM, приняли стратегическое решение передать Южной

Корею технологии и фотолитографические маски микросхем оперативной памяти и некоторых других микросхем, с тем чтобы у японских компаний появились конкуренты на мировом рынке. Тем самым обеспечивалось выполнение нескольких задач: доступ к дешевым интегральным схемам памяти для американских производителей компьютеров; сокращение финансовых ресурсов, имеющихся у японских корпораций, для рыночного маневра; устранение перспективы возникновения в лице Японии равного США конкурента [13].

Подобные действия США можно увидеть и в других сферах, например в авиастроении. Парк региональных самолетов США во многом формируется за счет продукции бразильской компании Embraer и канадской компании Bombardier. При этом компания Boeing была одним из инициаторов проекта разработки семейства региональных реактивных самолетов Sukhoi Super Jet (SSJ). Считается, что данным рынке Россия способна конкурировать с канадскими и бразильскими производителями. Однако собираемому в России SSJ придется конкурировать также с китайским самолетом ARJ-21 (Advanced Regional Jet) и японским самолетом MRJ (Mitsubishi Regional Jet).

Иными словами, политика технологической помощи ведет к втягиванию страны-производителя в конкуренцию в сфере операционной эффективности – выполнения сходных видов деятельности лучше, чем другие. Если преимущества производителя не основываются на использовании трудновоспроизводимых условий труда, например уникальных природных ресурсов, то удерживать эти преимущества весьма трудно. Лучшие практики организации производства быстро распространяются среди конкурентов, и соперничество приобретает весьма изнурительный характер.

Нарастающая скученность развивающихся стран на узком экономическом пространстве дешевых трудоемких операций несет с собой реальную угрозу так называемой ошибочности композиции (*fallacy of composition*). Речь идет о ситуации, когда чрезмерная концентрация производителей на ограниченном сегменте рынка чревата сокрушающим обострением конкуренции, обвалом цен на конкурирующие товары и услуги и ухудшением условий торговли.

Создание барьеров входа на рынок для перспективных конкурентов. Компания «Т-Платформы», крупнейший в России

⁶ URL: <http://boeing.com>